

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-153765

(43)Date of publication of application : 11.06.1996

(51)Int.Cl.

H01L 21/68
B23Q 7/14
B23Q 41/02
H01L 21/027

(21)Application number : 06-277836

(71)Applicant : DAINIPPON SCREEN MFG CO LTD

(22)Date of filing : 11.11.1994

(72)Inventor : MORIMOTO TORU
HAMADA TETSUYA
HAJIKI KENJI
KAMEI KENJI

(30)Priority

Priority number : 06 71035
06237652

Priority date : 08.04.1994
30.09.1994

Priority country : JP

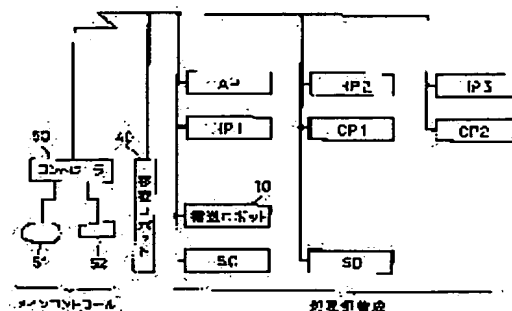
JP

(54) SUBSTRATE TREATING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve throughput of a substrate-treating device even when a plurality of substrates to be treated through different flows is continuously treated by efficiently utilizing the substrate-treating sections.

CONSTITUTION: When the minimum standby cycle calculated by means of a controller 50 is shorter than the standard standby cycle corresponding to the number of circularly carrying times required for the execution of a prescribed treating procedure, the first circular carrying of a second-fed substrate by means of a carrying robot 10 is delayed within a range longer than the minimum standby cycle and shorter than the standard standby cycle. Therefore, the throughput of a substrate treating device can be improved by efficiently utilizing substrate treating sections AH, CP1, CP2, HP1-HP3, SC, and SD even when a first-fed substrate and a second-fed substrate are treated through different procedures, because the treatment of the second-fed substrate can be started without waiting for the completion of the treatment of the first-fed substrate.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

02.12.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the

BEST AVAILABLE COPY

examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2918464

[Date of registration] 23.04.1999

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-153765

(43)公開日 平成8年(1996)6月11日

| | | | | |
|--------------------------|------|--------|-----|--------|
| (51)Int.Cl. ⁸ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
| H 0 1 L 21/68 | | A | | |
| B 2 3 Q 7/14 | | | | |
| 41/02 | | Z | | |
| H 0 1 L 21/027 | | | | |

H 0 1 L 21/ 30 5 6 9 D
審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 78 頁)

(21)出願番号 特願平6-277836

(22)出願日 平成6年(1994)11月11日

(31)優先権主張番号 特願平6-71035

(32)優先日 平6(1994)4月8日

(33)優先権主張国 日本(J P)

(31)優先権主張番号 特願平6-237652

(32)優先日 平6(1994)9月30日

(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000207551

大日本スクリーン製造株式会社

京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1

(72)発明者 森本 徹

京都市伏見区羽東師古川町322番地 大日本スクリーン製造株式会社落西工場内

(72)発明者 濱田 哲也

京都市伏見区羽東師古川町322番地 大日本スクリーン製造株式会社落西工場内

(74)代理人 弁理士 吉田 茂明 (外2名)

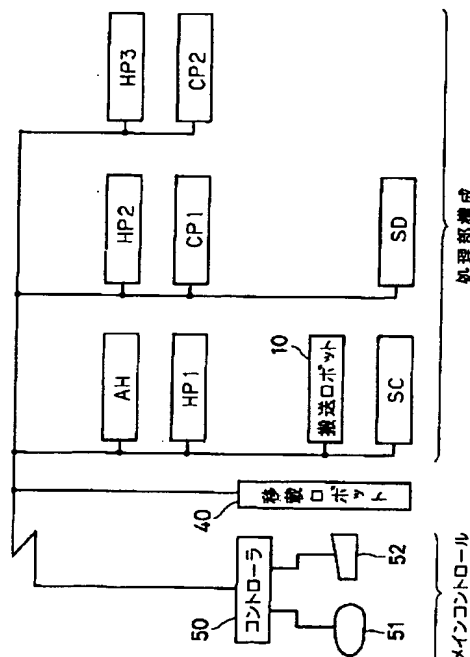
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 基板処理装置

(57)【要約】

【目的】 フローが異なる複数の基板を連続的に処理する場合であっても、基板処理部を効率的に利用して基板処理におけるスループットの向上を図ることができる基板処理装置。

【構成】 コントローラ50で算出された最小待機サイクルが先投入基板の所定の処理手順の実行に必要な循環搬送の回数に対応する標準待機サイクル未満の場合に、搬送ロボット10による後投入の基板の最初の循環搬送を、先投入の基板の循環搬送の後、最小待機サイクル以上で標準待機サイクル未満の範囲内で遅延させるので、先投入の基板と後投入の基板とが異なる手順で処理される場合であっても、先投入の基板の処理の終了を待たずに後投入の基板の処理を開始することができ、基板処理部AH、CP1、CP2、HP1~HP3、SC、SDを効率的に利用して基板処理におけるスループットの向上を図ることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の処理手順に従って複数の基板を順次に循環搬送し、複数の処理部によって各基板の処理を行わせる基板処理装置において、前記複数の基板中に含まれる第1の基板と、当該第1の基板の後に循環搬送すべき第2の基板とのそれぞれについて行うべき処理手順が異なる場合に、前記第1の基板の循環搬送による処理が完了する前に前記第2の基板の循環搬送による処理を開始させる搬送制御手段を備え、前記第2の基板の循環搬送による処理の開始時点は、前記第1と第2の基板が干渉しない範囲に定められていることを特徴とする基板処理装置。

【請求項2】 前記第1の基板は、1つのロットの最後の基板であり、前記第2の基板は、前記1つのロットの次に処理すべき別のロットの最初の基板であることを特徴とする請求項1記載の基板処理装置。

【請求項3】 前記第1の基板は、割り込みのため処理が中断される1つのロットの処理中断前の最後の基板であり、前記第2の基板は、割り込ませるロットの最初の基板であることを特徴とする請求項1記載の基板処理装置。

【請求項4】 前記第1の基板は、割り込ませたロットの最後の基板であり、前記第2の基板は、割り込みのため処理が中断されたロットの処理中断後の最初の基板であることを特徴とする請求項1記載の基板処理装置。

【請求項5】 前記第2の基板は、枚葉処理における1つの基板であり、前記第1の基板は、前記1つの基板の前に処理されるいずれか別の基板であることを特徴とする請求項1記載の基板処理装置。

【請求項6】 基板の処理を行う複数の基板処理部と、基板を前記複数の基板処理部間で搬送する搬送手段とを備え、当該搬送手段により、所定の処理手順が定められた先投入ロットの基板とこの先投入ロットと異なる所定の処理手順が定められた後投入ロットの基板とを前記複数の基板処理部間で循環搬送させることによって、先投入ロットの基板と後投入ロットの基板とを連続的に処理する基板処理装置であって、

後投入ロットの基板と先投入ロットの基板との干渉を禁止するという条件のもとで、先投入ロットの最後の基板を含む最初の循環搬送後から後投入ロットの最初の基板を含む最初の循環搬送が可能になる前までの間の循環搬送の回数に対応する最小待機サイクルを算出する演算手段と、

前記演算手段で算出された前記最小待機サイクルが先投入ロットの所定の処理手順の実行に必要な循環搬送の回数に対応する標準待機サイクル未満の場合に、前記搬送手段による後投入ロットの最初の基板を含む最初の循環搬送を、先投入ロットの最後の基板を含む最初の循環搬送の後、前記最小待機サイクル以上で前記標準待機サイクル未満の範囲内で遅延させる制御手段と、を備えるこ

とを特徴とする基板処理装置。

【請求項7】 前記演算手段は、先投入ロットの基板の処理に用いる基板処理部の数から後投入ロットの基板の処理に用いる基板処理部の数を引き算してポジション数差を算出するポジション数差算出手段と、先投入ロット及び後投入ロットでともに使用される基板処理部について、先投入ロットの循環搬送中の順番から後投入ロットの循環搬送中の順番を引き算して順位差を算出する順位差算出手段と、前記ポジション数差算出手段により算出されたポジション数差及び前記順位差算出手段により算出された順位差の最大値に基づいて、最小待機サイクルを決定する最大値算出手段とを有することを特徴とする請求項6記載の基板処理装置。

【請求項8】 基板の処理を行う複数の基板処理部と、基板を前記複数の基板処理部間で搬送する搬送手段とを備え、当該搬送手段により、所定の処理手順が定められた被割り込みロットの最後の基板を投入するまでの間にこの被割り込みロットと異なる所定の処理手順が定められた割り込みロットの基板とを投入して割り込ませ、被割り込みロットの基板と割り込みロットの基板とを前記複数の基板処理部間で循環搬送させることによって、被割り込みロットの基板と割り込みロットの基板とを連続的に処理する基板処理装置であって、

割り込みの開始に際して割り込みロットの基板と被割り込みロットの基板との干渉を禁止するという条件のもとで、被割り込みロットの最後の基板を含む最初の循環搬送後から割り込みロットの最初の基板を含む最初の循環搬送が可能になる前までの間の循環搬送の回数に対応する最小待機サイクルを算出する演算手段と、

前記演算手段で算出された前記最小待機サイクルが被割り込みロットの所定の処理手順の実行に必要な循環搬送の回数に対応する標準待機サイクル未満の場合に、前記搬送手段による割り込み開始の際における割り込みロットの最初の基板を含む最初の循環搬送を、被割り込みロットの最後の基板を含む最初の循環搬送の後、前記最小待機サイクル以上で前記標準待機サイクル未満の範囲内で遅延させる制御手段と、を備えることを特徴とする基板処理装置。

【請求項9】 前記演算手段は、被割り込みロットの基板の処理に用いる基板処理部の数から割り込みロットの基板の処理に用いる基板処理部の数を引き算してポジション数差を算出するポジション数差算出手段と、被割り込みロット及び割り込みロットでともに使用される基板処理部について、被割り込みロットの循環搬送中の順番から割り込みロットの循環搬送中の順番を引き算して順位差を算出する順位差算出手段と、前記ポジション数差算出手段により算出されたポジション数差及び前記順位差算出手段により算出された順位差の最大値に基づいて、最小待機サイクルを決定する最大値算出手段とを有することを特徴とする請求項8記載の基板処理装置。

【請求項10】 前記演算手段は、割り込みの終了に際して割り込みロットの基板と被割り込みロットの基板との干渉を禁止するという条件のもとで、割り込みロットの最後の基板を含む最初の循環搬送後から被割り込みロットの最初の基板を含む最初の循環搬送が可能になる前までの間の循環搬送の回数に対応する最小待機サイクルを算出し、

前記制御手段は、前記演算手段で算出された前記最小待機サイクルが割り込みロットの所定の処理手順の実行に必要な循環搬送の回数に対応する標準待機サイクル未満の場合に、前記搬送手段による割り込み終了の際における被割り込みロットの最初の基板を含む最初の循環搬送を、割り込みロットの最後の基板を含む最初の循環搬送の後、前記最小待機サイクル以上で前記標準待機サイクル未満の範囲内で遅延させることを特徴とする請求項8記載の基板処理装置。

【請求項11】 前記演算手段は、割り込みロットの基板の処理に用いる基板処理部の数から被割り込みロットの基板の処理に用いる基板処理部の数を引き算してポジション数差を算出するポジション数差算出手段と、被割り込みロット及び割り込みロットとともに使用される基板処理部について、割り込みロットの循環搬送中の順番から被割り込みロットの循環搬送中の順番を引き算して順位差を算出する順位差算出手段と、前記ポジション数差算出手段により算出されたポジション数差及び前記順位差算出手段により算出された順位差の最大値に基づいて、最小待機サイクルを決定する最大値算出手段とを有することを特徴とする請求項10記載の基板処理装置。

【請求項12】 基板の処理を行う複数の基板処理部と、基板を前記複数の基板処理部間で搬送する搬送手段とを備え、当該搬送手段により、所定の処理手順がそれぞれ定められた少なくとも1つの先投入基板とこの先投入基板と異なる所定の処理手順が定められた別の後投入基板とを前記複数の基板処理部間で循環搬送させることによって、前記先投入基板と前記後投入基板とを連続的に処理する基板処理装置であって、前記後投入基板と前記先投入基板との干渉を禁止するという条件のもとで、前記先投入基板のうち最後に投入される基板の最初の循環搬送後から前記後投入基板の最初の循環搬送が可能になる前までの間の循環搬送の回数に対応する最小待機サイクルを算出する演算手段と、前記搬送手段による前記後投入基板の最初の循環搬送を、前記先投入基板のうち最後に投入される基板の最初の循環搬送の後、前記最小待機サイクルの経過後に開始させる制御手段と、を備えることを特徴とする基板処理装置。

【請求項13】 前記演算手段は、前記先投入基板のそれぞれに関しその処理に用いる基板処理部の数から前記後投入基板の処理に用いる基板処理部の数を引き算して前記先投入基板ごとにポジション数差を算出するポジシ

ョン数差算出手段と、前記先投入基板のそれぞれに関しその処理と前記後投入基板の処理とでともに使用される基板処理部について、前記先投入基板のそれぞれの処理における循環搬送中の順番から前記後投入基板の処理における循環搬送中の順番を引き算して前記先投入基板ごとに順位差を算出する順位差算出手段と、前記先投入基板ごとに算出されたポジション数差及び順位差の最大値に基づいて、前記先投入基板ごとに相対待機サイクルを決定する最大値算出手段と、各相対待機サイクルから前記先投入基板のそれぞれが既に繰返している循環搬送の回数を減算して前記先投入基板ごとに最小待機サイクルを決定する相関補正手段とを有することを特徴とする請求項12記載の基板処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、各基板処理部への基板の搬送順序や、各基板処理部の制御条件である制御パラメータ等が異なるように設定された異種ロット中の各基板を、複数の基板処理部間で連続的に循環搬送して効率よく処理する基板処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】周知のように、液晶表示基板や半導体基板などの精密電子基板（以下、単に「基板」という）の製造プロセスにおいては、例えば回転式塗布処理部（以下「スピニングコート」という）、回転式現像処理部（以下「スピンドベロップ」という）、密着強化ユニット、クーリングプレートおよびホットプレートなどを適当に配置し、基板搬送ロボットなどの基板搬送手段により基板をそれらの基板処理部間で所定の搬送順序で搬送しつつ、それらの処理部に入入れして一連の処理工程を行う基板処理装置が使用される。なお、この明細書においては、スピニングコート、スピンドベロップ等を個別具体的に説明する場合には、その名称を用いる一方、それらを一般的に説明する場合には、「基板処理部」と称することとする。

【0003】このような基板処理装置では、フロー（各基板処理部への搬送順序）が同一で熱処理時間等のデータが異なる各ロットを連続的に処理する場合に、スループットを向上させつつ同一ロット内での基板間の熱履歴のばらつきを防止するため、先投入ロットの最後の基板と後投入ロットの最初の基板とを切れ目なく基板処理部に投入するとともに、過渡期に投入される後投入ロットの最初の基板の搬送タイミングを遅らせ、或いは後投入ロットのタクトタイムを先投入ロットのタクトタイムと一致させて連続処理を確保するということが行われている（特開平4-113612号公報参照）。

【0004】さらに、このような基板処理装置において、現在処理中のロット（被割り込みロット）の処理を一時的に中断して熱処理時間等のデータが異なるロット（割り込みロット）の処理を優先的に実行する場合に

も、上記のように異なるロットを接続して連続的に処理する場合と同様に、過渡期に投入される割り込みロットの最初の基板の搬送タイミングを遅らせ、或いは割り込みロットのタクトタイムを被割り込みロットのタクトタイムと一致させて割り込み処理を実行することとなる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記のような基板処理装置においては、熱処理工程の有無などフロー自体が本質的に異なるロットの基板を連続的に処理する場合、先投入ロットの基板と後投入ロットの基板とが基板処理部のいずれかで衝突してこれらが相互に干渉することのないように、先に投入される先投入ロットの処理済み基板を全てカセット内に収納した後に、後に投入される後投入ロットの基板の処理を開始している。したがって、フロー自体が異なるロット間の継目では基板処理部の多くが遊んでしまうこととなり、このロス時間によってスループットが著しく低下してしまう。

【0006】このような問題は、現在処理中の被割り込みロットの処理を一時的に中断してフローが異なる割り込みロットの処理を優先的に実行する場合にも発生する。

【0007】また、このような問題は、フローが異なる複数の基板を基板単位で順次で処理する枚葉処理においても発生する。

【0008】この発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、ロット単位または基板単位でフローが異なる複数基板を連続的に処理する場合であっても、基板処理部を効率的に利用して基板処理におけるスループットの向上を図ることができる基板処理装置を提供することを目的とする。

【0009】また、この発明は、フロー自体が異なる複数のロットを接続してこれらのロットに含まれる基板を連続的に処理する場合であっても、基板処理部を効率的に利用して基板処理におけるスループットの向上を図ることができる基板処理装置を提供することを目的とする。

【0010】また、この発明は、現在処理中の被割り込みロットの処理を一時的に中断してフローが異なる割り込みロットの処理を優先的に実行する場合であっても、基板処理部を効率的に利用して基板処理におけるスループットの向上を図ることができる基板処理装置を提供することを目的とする。

【0011】また、この発明は、フロー自体が異なる複数基板を枚葉処理する場合であっても、基板処理部を効率的に利用して基板処理におけるスループットの向上を図ることができる基板処理装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、請求項1の発明は、所定の処理手順に従って複数の

基板を順次に循環搬送し、複数の処理部によって各基板の処理を行わせる基板処理装置において、複数の基板中に含まれる第1の基板と、当該第1の基板の後に循環搬送すべき第2の基板とのそれぞれについて行うべき処理手順が異なる場合に、第1の基板の循環搬送による処理が完了する前に第2の基板の循環搬送による処理を開始させる搬送制御手段を備え、第2の基板の循環搬送による処理の開始時点は、第1と第2の基板が干渉しない範囲に定められていることを特徴とする。

10 【0013】また、請求項2の発明は、請求項1の基板処理装置において、第1の基板が、1つのロットの最後の基板であり、第2の基板が、1つのロットの次に処理すべき別のロットの最初の基板であることを特徴とする。

【0014】また、請求項3の発明は、請求項1の基板処理装置において、第1の基板が、割り込みのため処理が中断される1つのロットの処理中断前の最後の基板であり、第2の基板が、割り込まれるロットの最初の基板であることを特徴とする。

20 【0015】また、請求項4の発明は、請求項1の基板処理装置において、第1の基板が、割り込まれたロットの最後の基板であり、第2の基板が、割り込みのため処理が中断されたロットの処理中断後の最初の基板であることを特徴とする。

【0016】また、請求項5の発明は、請求項1の基板処理装置において、第2の基板が、枚葉処理における1つの基板であり、第1の基板が、1つの基板の前に処理されるいずれか別の基板であることを特徴とする。

30 【0017】また、請求項6の発明は、基板の処理を行う複数の基板処理部と、基板を複数の基板処理部間で搬送する搬送手段とを備え、当該搬送手段により、所定の処理手順が定められた先投入ロットの基板とこの先投入ロットと異なる所定の処理手順が定められた後投入ロットの基板とを複数の基板処理部間で循環搬送させることによって、先投入ロットの基板と後投入ロットの基板とを連続的に処理する基板処理装置であって、後投入ロットの基板と先投入ロットの基板との干渉を禁止するという条件のもとで、先投入ロットの最後の基板を含む最初の循環搬送後から後投入ロットの最初の基板を含む最初の循環搬送が可能になる前までの間の循環搬送の回数に対応する最小待機サイクルを算出する演算手段と、演算手段で算出された最小待機サイクルが先投入ロットの所定の処理手順の実行に必要な循環搬送の回数に対応する標準待機サイクル未満の場合に、搬送手段による後投入ロットの最初の基板を含む最初の循環搬送を、先投入ロットの最後の基板を含む最初の循環搬送の後、最小待機サイクル以上で標準待機サイクル未満の範囲内で遅延させる制御手段とを備えることを特徴とする。

40 【0018】また、請求項7の発明は、請求項6の基板処理装置において、演算手段が、先投入ロットの基板の

処理に用いる基板処理部の数から後投入ロットの基板の処理に用いる基板処理部の数を引き算してポジション数差を算出するポジション数差算出手段と、先投入ロット及び後投入ロットでともに使用される基板処理部について、先投入ロットの循環搬送中の順番から後投入ロットの循環搬送中の順番を引き算して順位差を算出する順位差算出手段と、ポジション数差算出手段により算出されたポジション数差及び順位差算出手段により算出された順位差の最大値に基づいて、最小待機サイクルを決定する最大値算出手段とを有することを特徴とする。

【0019】また、請求項8の発明は、基板の処理を行う複数の基板処理部と、基板を複数の基板処理部間で搬送する搬送手段とを備え、この搬送手段により、所定の処理手順が定められた被割り込みロットの最後の基板を投入するまでの間にこの被割り込みロットと異なる所定の処理手順が定められた割り込みロットの基板とを投入して割り込ませ、被割り込みロットの基板と割り込みロットの基板とを複数の基板処理部間で循環搬送させることによって、被割り込みロットの基板と割り込みロットの基板とを連続的に処理する基板処理装置であって、割り込みの開始に際して割り込みロットの基板と被割り込みロットの基板との干渉を禁止するという条件のもとで、被割り込みロットの最後の基板を含む最初の循環搬送後から割り込みロットの最初の基板を含む最初の循環搬送が可能になる前までの間の循環搬送の回数に対応する最小待機サイクルを算出する演算手段と、この演算手段で算出された最小待機サイクルが被割り込みロットの所定の処理手順の実行に必要な循環搬送の回数に対応する標準待機サイクル未満の場合に、搬送手段による割り込み開始の際における割り込みロットの最初の基板を含む最初の循環搬送を、被割り込みロットの最後の基板を含む最初の循環搬送の後、最小待機サイクル以上で標準待機サイクル未満の範囲内で遅延させる制御手段とを備えることを特徴とする。

【0020】また、請求項9の発明は、請求項8の基板処理装置において、演算手段が、被割り込みロットの基板の処理に用いる基板処理部の数から割り込みロットの基板の処理に用いる基板処理部の数を引き算してポジション数差を算出するポジション数差算出手段と、被割り込みロット及び割り込みロットでともに使用される基板処理部について、被割り込みロットの循環搬送中の順番から割り込みロットの循環搬送中の順番を引き算して順位差を算出する順位差算出手段と、ポジション数差算出手段により算出されたポジション数差及び順位差算出手段により算出された順位差の最大値に基づいて、最小待機サイクルを決定する最大値算出手段とを有することを特徴とする。

【0021】また、請求項10の発明は、請求項8の基板処理装置において、演算手段が、割り込みの終了に際して割り込みロットの基板と被割り込みロットの基板と

の干渉を禁止するという条件のもとで、割り込みロットの最後の基板を含む最初の循環搬送後から被割り込みロットの最初の基板を含む最初の循環搬送が可能になる前までの間の循環搬送の回数に対応する最小待機サイクルを算出し、制御手段が、演算手段で算出された最小待機サイクルが割り込みロットの所定の処理手順の実行に必要な循環搬送の回数に対応する標準待機サイクル未満の場合に、搬送手段による割り込み終了の際における被割り込みロットの最初の基板を含む最初の循環搬送を、割り込みロットの最後の基板を含む最初の循環搬送の後、最小待機サイクル以上で標準待機サイクル未満の範囲内で遅延させることを特徴とする。

【0022】また、請求項11の発明は、請求項10の基板処理装置において、演算手段が、割り込みロットの基板の処理に用いる基板処理部の数から被割り込みロットの基板の処理に用いる基板処理部の数を引き算してポジション数差を算出するポジション数差算出手段と、被割り込みロット及び割り込みロットでともに使用される基板処理部について、割り込みロットの循環搬送中の順番から被割り込みロットの循環搬送中の順番を引き算して順位差を算出する順位差算出手段と、ポジション数差算出手段により算出されたポジション数差及び順位差算出手段により算出された順位差の最大値に基づいて、最小待機サイクルを決定する最大値算出手段とを有することを特徴とする。

【0023】また、請求項12の発明は、基板の処理を行う複数の基板処理部と、基板を複数の基板処理部間で搬送する搬送手段とを備え、当該搬送手段により、所定の処理手順がそれぞれ定められた少なくとも1つの先投入基板とこの先投入基板と異なる所定の処理手順が定められた別の後投入基板とを複数の基板処理部間で循環搬送させることによって、先投入基板と後投入基板とを連続的に処理する基板処理装置であって、後投入基板と先投入基板との干渉を禁止するという条件のもとで、先投入基板のうち最後に投入される基板の最初の循環搬送後から後投入基板の最初の循環搬送が可能になる前までの間の循環搬送の回数に対応する最小待機サイクルを算出する演算手段と、搬送手段による後投入基板の最初の循環搬送を、先投入基板のうち最後に投入される基板の最初の循環搬送の後、最小待機サイクルの経過後に開始させる制御手段とを備えることを特徴とする。

【0024】また、請求項13の発明は、請求項12の基板処理装置において、演算手段が、先投入基板のそれぞれに関しその処理に用いる基板処理部の数から後投入基板の処理に用いる基板処理部の数を引き算して先投入基板ごとにポジション数差を算出するポジション数差算出手段と、先投入基板のそれぞれに関しその処理と後投入基板の処理とでともに使用される基板処理部について、先投入基板のそれぞれの処理における循環搬送中の順番から後投入基板の処理における循環搬送中の順番を

引き算して先投入基板ごとに順位差を算出する順位差算出手段と、先投入基板ごとに算出されたポジション数差及び順位差の最大値に基づいて、先投入基板ごとに相対待機サイクルを決定する最大値算出手段と、各相対待機サイクルから先投入基板のそれぞれが既に繰返している循環搬送の回数を減算して先投入基板ごとに最小待機サイクルを決定する相関補正手段とを有することを特徴とする。

【0025】

【作用】請求項1の発明では、第1の基板と第2の基板とのそれぞれについて行うべき処理手順が異なる場合に、第1の基板の循環搬送による処理が完了する前に第2の基板の循環搬送による処理を開始させる搬送制御手段を備え、第2の基板の循環搬送による処理の開始時点は、第1と第2の基板が干渉しない範囲に定められているので、第1の基板の処理の進行を妨げることなく第2の基板を迅速に投入することができる。よって、基板処理部を効率的に利用して基板処理におけるスループットの向上を図ることができる。

【0026】また、請求項2の発明では、第1の基板が、1つのロットの最後の基板であり、第2の基板が、1つのロットの次に処理すべき別のロットの最初の基板であるので、処理手順が異なる複数のロットを接続してこれらのロットに含まれる基板を連続的に処理する場合であっても、基板処理におけるスループットの向上を図ることができる。

【0027】また、請求項3の発明では、第1の基板が、割り込みのため処理が中断される1つのロットの処理中断前の最後の基板であり、第2の基板が、割り込ませるロットの最初の基板であるので、1つのロットの処理を一時的に中断して処理手順が異なる別のロットの処理を優先的に実行する場合であっても、その割り込み開始の際に、基板処理におけるスループットの向上を図ることができる。

【0028】また、請求項4の発明では、請求項1の基板処理装置において、第1の基板が、割り込ませたロットの最後の基板であり、第2の基板が、割り込みのため処理が中断されたロットの処理中断後の最初の基板であるので、1つのロットの処理を一時的に中断して処理手順が異なる別のロットの処理を優先的に実行する場合であっても、その割り込み終了の際に、基板処理におけるスループットの向上を図ることができる。

【0029】また、請求項5の発明では、第2の基板が、枚葉処理における1つの基板であり、第1の基板が、1つの基板の前に処理されるいずれか別の基板であるので、処理手順が異なる複数のロットの基板を枚葉処理する場合であっても、基板処理におけるスループットの向上を図ることができる。

【0030】また、請求項6の発明では、制御手段が、演算手段で算出された最小待機サイクルが先投入ロット

の所定の処理手順の実行に必要な循環搬送の回数に対応する標準待機サイクル未満の場合に、搬送手段による後投入ロットの最初の基板の最初の循環搬送を、先投入ロットの最後の基板の最初の循環搬送の後、最小待機サイクル以上で標準待機サイクル未満の範囲内で遅延させるので、先投入ロットと後投入ロットとが異なる手順で処理される場合であっても、先投入ロットの処理の終了を待たずに後投入ロットの処理を開始することができ、基板処理部を効率的に利用して基板処理におけるスループットの向上を図ることができる。

【0031】また、請求項7の発明では、演算手段が、ポジション数差を算出するポジション数差算出手段と、先投入ロット及び後投入ロットでともに使用される基板処理部について、先投入ロットの循環搬送中の順番から後投入ロットの循環搬送中の順番を引き算して順位差を算出する順位差算出手段と、ポジション数差及び順位差の最大値に基づいて最小待機サイクルを決定する最大値算出手段とを有するので、後投入ロットの基板が先投入ロットの基板と衝突したり、追い越したりすることを防止できる。すなわち、最小待機サイクルをポジション数差以上とすることで、後投入ロットの基板が先投入ロットの基板より先に処理を終了するという干渉の問題を回避でき、最小待機サイクルを順位差以上とすることで、後投入ロットの基板が先投入ロットの基板と衝突したり、追い越したりすることを防止できる。

【0032】また、請求項8の発明では、制御手段が、演算手段で算出された割り込み開始に際しての最小待機サイクルが被割り込みロットの所定の処理手順の実行に必要な循環搬送の回数に対応する標準待機サイクル未満の場合に、搬送手段による割り込み開始の際における割り込みロットの最初の基板の最初の循環搬送を、被割り込みロットの最後の基板の最初の循環搬送の後、最小待機サイクル以上で標準待機サイクル未満の範囲内で遅延させるので、被割り込みロットと割り込みロットとが異なる手順で処理される場合であっても、被割り込みロットの処理の終了を待たずに割り込みロットの処理を開始することができ、基板処理部を効率的に利用して基板処理におけるスループットの向上を図ることができる。

【0033】また、請求項9の発明では、演算手段が、ポジション数差を算出するポジション数差算出手段と、被割り込みロット及び割り込みロットでともに使用される基板処理部について、被割り込みロットの循環搬送中の順番から割り込みロットの循環搬送中の順番を引き算して順位差を算出する順位差算出手段と、ポジション数差及び順位差の最大値に基づいて最小待機サイクルを決定する最大値算出手段とを有するので、割り込み開始に際して割り込みロットの基板が被割り込みロットの基板と衝突したり、追い越したりすることを防止できる。すなわち、最小待機サイクルをポジション数差以上とすることで、割り込みロットの基板が被割り込みロットの基

板より先に処理を終了するという干渉の問題を回避でき、最小待機サイクルを順位差以上とすることで、割り込みロットの基板が被割り込みロットの基板と衝突したり、追い越したりするという干渉の問題を回避できる。

【0034】また、請求項10の発明では、制御手段が、演算手段で算出された割り込み終了に際しての最小待機サイクルが割り込みロットの所定の処理手順の実行に必要な循環搬送の回数に対応する標準待機サイクル未満の場合に、搬送手段による割り込み終了の際における被割り込みロットの最初の基板の最初の循環搬送を、割り込みロットの最後の基板の最初の循環搬送の後、最小待機サイクル以上で標準待機サイクル未満の範囲内で遅延させるので、被割り込みロットと割り込みロットとが異なる手順で処理される場合であっても、割り込みロットの処理の終了を待たずに被割り込みロットの処理を開始することができ、基板処理部を効率的に利用して基板処理におけるスループットの向上を図ることができる。

【0035】また、請求項11の発明では、演算手段が、ポジション数差を算出するポジション数差算出手段と、被割り込みロット及び割り込みロットとともに使用される基板処理部について、割り込みロットの循環搬送中の順番から被割り込みロットの循環搬送中の順番を引き算して順位差を算出する順位差算出手段と、ポジション数差及び順位差の最大値に基づいて最小待機サイクルを決定する最大値算出手段とを有するので、割り込み終了に際して被割り込みロットの基板が割り込みロットの基板と衝突したり、追い越したりする干渉の発生を回避することができる。

【0036】また、請求項12の発明では、制御手段が、搬送手段による後投入基板の最初の循環搬送を、先投入基板のうち最後に投入される基板の最初の循環搬送の後、最小待機サイクルの経過後に開始させるので、先投入基板と後投入基板とが異なる手順で処理される枚葉処理の場合であっても、先投入基板の処理の終了を待たずに後投入基板の処理を可能な限り迅速に開始することができ、基板処理部を効率的に利用して基板処理におけるスループットの向上を図ることができる。

【0037】また、請求項13の発明では、演算手段が、先投入基板ごとにポジション数差を算出するポジション数差算出手段と、先投入基板ごとに順位差を算出する順位差算出手段と、先投入基板ごとに相対待機サイクルを決定する最大値算出手段と、先投入基板ごとに各相対待機サイクルから最小待機サイクルを決定する相関補正手段とを有するので、後投入基板が先投入基板と衝突したり、追い越したりすることを防止できる。

【0038】

【発明内容の具体的説明】実施例の説明の前に、明確化のため、この発明の搬送装置の動作を従来例との比較において具体例として説明する。

【0039】図1は、先投入ロットの搬送動作を示す搬

送ダイアグラムである。同図左側の符号INDは、基板をカセットへ出入れするインデクサーを示し、符号a、b、c、d、e、fは、それぞれ加熱処理、冷却処理、塗布処理、現像処理等の基板処理部を意味する。また、同図において右側に行く程時間が経過することを意味する。さらに、太い実線RBは、搬送手段である搬送ロボットの動きを示す。この搬送ロボットRBは、インデクサーINDを含めて、各基板処理部a、b、c、d、e、f間で周期的な循環搬送を繰り返す。これにより、基板A1～A6は、インデクサーINDから取り出され、予め定められた所定のフローに従い、各基板処理部a、b、c、d、e、fでの一連の処理を経て、再びインデクサーINDに戻る。具体的に説明すると、例えば時刻T1では、インデクサーINDにやってきた搬送ロボットRBによってカセットから基板A6が搬出される。次に、時刻T2では、基板処理部aにやってきた搬送ロボットRBによって、この基板処理部aから基板A5が取り出され、ここに基板A6が挿入される。これにより、基板処理部aで基板A5と基板A6が交換される。次に、時刻T3では、基板処理部bにやってきた搬送ロボットRBによって、この基板処理部bにある基板A4と基板A5が交換される。以上のような動作を繰り返して、搬送ロボットRBが再びインデクサーに戻ってきたとき、1サイクルの循環搬送が終了する。このような循環搬送を繰り返すことにより、基板A1～A6は、上記所定の基板処理のフローに従い、各基板処理部a、b、c、d、e、fで一連の処理を受けることとなる。

【0040】図2及び図3は、図1のような循環搬送において、従来の搬送方法によってフローが異なるロットを接続して各ロットの基板を連続処理した場合の問題点を説明するための図である。図2は、先投入ロットの最後の基板A6が基板処理部aに搬出された後直ちに、後投入ロットの最初の基板B1を投入するときを示す。この場合、後投入ロットの基板処理のフローが基板処理部bから始まるものとする、基板処理部bで基板A5、A6、B1が交わり、先投入及び後投入の両ロットの基板が衝突してしまう。このため、従来は、先投入ロットで既に処理を開始している最後の基板A6の処理が完了するまで、後投入ロットの最初の基板B1を投入していなかった。図3は、このことを説明する図である。図示のように、先投入ロットの最後の基板A6の処理が完了してインデクサーINDに戻った後、後投入ロットの最初の基板B1の投入を開始する。この結果、従来技術では、先投入及び後投入の両ロットの基板の衝突の問題は確実に回避できるものの、これらロット間の接続時期において7サイクル分の待機時間が生じ、この間基板処理部a～fが遊んでしまうこととなり、このロス時間によってスループットが低下してしまっていた。

【0041】図4は、図3のような従来方法の問題点を解決する、この発明の基板処理装置の搬送動作を

10

20

30

40

50

説明した図である。この発明の搬送装置では、後投入ロットの最初の基板B1の投入タイミングを、先投入ロットの最後の基板A6の処理と後投入ロットの最初の基板B1の処理との干渉（各基板処理部a～fで衝突が生じること）を禁止するという条件のもとで早めることとする。例えば、後投入ロットの基板処理のフローが基板処理部bから始まり、基板処理部fに進んで処理を終了するものとする。この場合、基板A6の最初の循環搬送から4サイクル分待機させて基板B1の最初の循環搬送を実行することにより、基板処理部fで基板A6と基板B1の衝突が生じることを回避でき、結果として基板A6の処理と基板B1の処理との干渉を防止しつつ基板処理のスループットを高めることができる。なお原理上は、後投入ロットの最初の基板B1の最初の循環搬送を最小の4サイクルから最大の6サイクルまでの範囲で適当に待機させても、従来技術の搬送動作（7サイクルの待機時間が生ずる標準的動作）よりも早くなり、基板処理のスループットを十分に高めることができる。

【0042】以上のような事情は、現在処理中のロットの基板処理を一時中断してフローが異なる別のロットを投入する割り込み処理の場合にも当てはまる。すなわち、図4と同様に、割り込み処理の開始に際して、被割り込み側のロットの割り込み処理開始前の最後の基板A6についての最初の循環搬送から4サイクル分待機させて割り込み側ロットの最初の基板B1についての最初の循環搬送を実行することにより、基板処理部fで基板A6と基板B1の衝突が生じることを回避でき、結果として基板A6の処理と基板B1の処理との干渉を防止しつつ基板処理のスループットを高めることができる。なお原理上は、割り込み側ロットの最初の基板B1についての最初の循環搬送を最小の4サイクルから最大の6サイクルまでの範囲で適当に待機させても、従来技術の搬送動作（7サイクルの待機時間が生ずる標準的動作）よりも早くなり、基板処理のスループットを十分に高めることができる。

【0043】さらに、割り込み処理の終了に際しても、図5に示すように、割り込み側ロットの割り込み処理終了前の最後の基板B12についての最初の循環搬送から待機させることなく直ちに被割り込み側ロットの残りの最初の基板A7についての最初の循環搬送を実行することにより、基板B12の処理と基板A7の処理との干渉を防止しつつ基板処理のスループットを高めることができる。なお原理上は、被割り込み側ロットの最初の基板B1についての最初の循環搬送を最小の0サイクルから最大の2サイクルまでの範囲で適当に待機させても、従来技術の搬送動作（3サイクルの待機時間が生ずる標準的動作）よりも早くなり、基板処理のスループットを十分に高めることができる。

【0044】以上のような事情は、フローが異なる複数の基板を順次処理する枚葉処理の場合にも当てはまる。

例えば、図6に示すように、フローが異なる基板として上記基板A1、B1の他に基板C1を考える。ここで基板C1のフローは、基板処理部aから始まって基板処理部dに進んで処理を終了するものとする。この場合、基板A1についての最初の循環搬送から4サイクル分待機させて基板B1についての最初の循環搬送を実行することにより、基板処理部fで基板A1と基板B1の衝突が生じることを回避でき、結果として基板A1の処理と基板B1の処理との干渉を防止しつつ基板処理のスループットを高めることができる。なお原理上は、基板B1についての最初の循環搬送を最小の4サイクルから最大の6サイクルまでの範囲で適当に待機させても、従来技術の搬送動作（7サイクルの待機時間が生ずる標準的動作）よりも早くなり、基板処理のスループットを十分に高めることができる。さらに、基板B1についての最初の循環搬送から待機させることなく直ちに基板C1についての最初の循環搬送を実行することにより、基板B1の処理と基板C1の処理との干渉を防止しつつ基板処理のスループットを高めることができる。なお原理上は、基板C1についての最初の循環搬送を最小の0サイクルから最大の2サイクルまでの範囲で適当に待機させても、従来技術の搬送動作（3サイクルの待機時間が生ずる標準的動作）よりも早くなり、基板処理のスループットを十分に高めることができる。なお、基板A1、B1、C1の一連の搬送動作に関しては、この発明では全待機サイクルを最小で0とできるのに対し、従来技術の標準的搬送動作では全待機サイクルを10（基板A1に対して7サイクル、さらに基板B1に対して3サイクル）とせざるを得ない。したがって、この発明によれば、枚葉処理の基板枚数が増加するほど飛躍的に基板処理のスループットを十分に高めることができる。

【0045】

【実施例】

【0046】

【A. 第1実施例の基板処理装置の構成】図7は、この発明にかかる基板処理装置の第1実施例を示す斜視図である。また、図8は、図7の基板処理装置のブロック図である。

【0047】この基板処理装置は、基板30に一連の処理（この実施例では塗布処理、現像処理、密着強化処理、加熱処理、冷却処理）を行うための装置であり、塗布処理を行う基板処理部であるスピンコータSC、現像処理を行う基板処理部であるスピンドベロッパSDが正面側に配列され、基板処理列Aを形成している。

【0048】また、基板処理列Aに対向する後方側の位置には、各種熱処理を行う基板処理部である密着強化ユニットAH、ホットプレートHP1～HP3、及びクーリングプレートCP1～CP2が2次的に配置され、基板処理領域Bを形成している。

【0049】さらに、この装置には、基板処理列Aと基

板処理領域Bに挟まれ、基板処理列Aに沿って延びる搬送領域Cが設けられており、この搬送領域Cには搬送ロボット10が移動自在に配置されている。この搬送ロボット10は、基板30を支持する一対のアームからなる把持部材11（図中ではひとつのアームのみが見えている）を有する移動体12を備えている。この把持部材11を構成する上下一対のアームは、アーム駆動機構（図示省略）によりそれぞれ独立して基板処理列Aおよび基板処理領域B側に進退移動可能となっていて、これら基板処理列Aおよび基板処理領域Bを構成するいずれかの処理部との間で一方のアームで処理の終了した基板を受け取り、他方のアームで前の基板処理部等から搬送してきた基板を処理部に載せるようにして基板30の交換を行うことができる。

【0050】なお、図示を省略しているが、搬送ロボット10の移動体12には、3次元の駆動機構が連結されており、この駆動機構を制御することにより、移動体12を各基板処理部の前に移動させて、基板30の受渡しを可能としている。

【0051】そして、基板処理列A、基板処理領域Bおよび搬送領域Cの一方側（図面左側）の端部には、カセット20からの基板30の搬出とカセット20への基板30の搬入とを行うインデクサーINDが設けられている。このインデクサーINDに設けられた移載ロボット40は、カセット20から基板30を取り出し、搬送ロボット10に送り出したり、逆に一連の処理が施された基板30を搬送ロボット10から受け取り、カセット20に戻すようになっている。なお、図7への図示が省略されているが、基板処理列A、基板処理領域Bおよび搬送領域Cの他方側（図面右側）の端部には、基板30を他の基板処理装置との間で受け渡しするインターフェースユニットが設けられており、インターフェースユニットに設けられた移載ロボット（図示省略）と搬送ロボット10との協働によって基板30の受渡し処理を行う。

【0052】なお、図8において、コントローラ50は、演算部やメモリを備えた演算処理装置であり、ディスプレイ51およびキーボード52が接続されるとともに、各基板処理部や搬送ロボット10との間で通信可能となっており、キーボード52により与えられるデータ等に基づき、後述する演算等の処理を行い、搬送ロボット10、スピニングSC、ホットプレートHP1〜HP3等の動作を制御する。

【0053】

【B. 第1実施例の基板処理装置の動作】図9は、第1実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。この場合、基板処理装置は、タクト管理を行いつつ異種フローのロットを連続的に処理する。以下、図示のフローチャートを参照しつつ、基板30の搬送手順を中心に装置の動作について説明する。

【0054】ここで、タクト管理とは、基板30の処理

手順に沿って搬送ロボット10を循環させるにあたって、搬送ロボット10が、ある処理部におけるある搬送動作の開始から順次動作を行って各処理部を巡回し、一巡して次に同一処理部において同一動作の開始を行うまでの時間が一定に保たれるように制御することをいい、これによって処理される基板の熱履歴を一定に保つことができる利点を有するものである。また、異種フローとは、1つの基板30に着目した場合の搬送順序、すなわち基板30の処理手順（以下、ウェハフローという）が異なる処理のことをいう。例えば、先に投入すべき第1カセットの基板30と後に投入すべき第2カセットの基板30とで使用する基板処理部に一部不一致が生じたり、その使用される順序が異なるなどウェハフローが異なる場合がこれに該当する。

【0055】予め、オペレータが、連続処理すべきロットの種類、カセット20の数、カセット20中の基板30の数、各ロットのウェハフロー、処理条件等を入力する（ステップS1）。また、必要場合は、装置を構成する各基板処理部の配置に関する情報や搬送ロボット10に関する情報をキーボード52を介して入力する。なお、ウェハフローの具体的な内容は、上記したように原則として、基板30を搬送する順序（搬送順序）のことを意味するが、実施例の説明中では、各基板処理部での処理に要する時間（処理時間）等の要素も含めるものとする。また、処理条件の具体的な内容は、処理温度、回転速度、処理液の種類等である。

【0056】次に、オペレータからの処理スタートの要求に応じ、ステップS1で与えられた諸量に基づいて、異種フローで処理すべき複数のロットに対応する一対のカセット20内の基板30を連続的に処理するために必要な値を決定する（ステップS2）。この値には、各カセット（n）内の基板の処理を行う場合のタクトタイム T_n と、各カセット（n）とその次のカセット（n+1）のウェハフローにおける処理ポジション差 A_n と、各カセット（n）とその次のカセット（n+1）の最大フローステップ差 B_n （これらの量 A_n 、 B_n の定義は後述する）と、処理ポジション差 A_n 及び最大フローステップ差 B_n のうち大きい方の値として与えられる投入待機サイクル W_n とが含まれる。また、必要な場合、基板30の搬送順序、処理時間等に基づいて、搬送ロボット10の動作ルーチンの詳細や、各基板処理部（ユニット）での処理パターンの詳細を決定する。最後に、ステップS1で入力されたウェハフローや各種処理条件に基づいて、各カセット20内の各基板30を所定の順序で搬送しつつ、これらの基板30に予め定められた諸処理を順次施す（ステップS3）。この際、必要ならば、先に投入すべきカセット20と後に投入すべきカセット20の接続において後のカセット20の基板の投入を待機させて各カセット20中の基板30の処理の干渉を防止する。

【0057】図10及び図11は、ステップS2での処理の詳細を示したフローチャートである。まず、図9のステップS1で与えられた各カセット(n)中の基板30の搬送順序、処理時間等諸量に基づいて、各カセット(n)内の基板の処理を行う場合のタクトタイム T_n を決定する(ステップS21)。タクトタイムとは、ウエハフローに従ってインデクサーINDから所定の基板処理部をへて再びインデクサーINDに戻るまでの各工程にある基板30を搬送ロボット10によって次の工程に移す一連の繰り返し作業(循環搬送)の周期をいう。すなわち、タクトタイム T_n とは、搬送ロボット30がある基板処理部における動作開始後、順次動作を行って再度同一の基板処理部で同一の動作を開始するまでの時間をいう。このタクトタイム T_n は、同一のウエハフローで処理すべき基板30を連続投入して基板処理装置を無限に連続動作させた場合のスループットタイムと一致する。タクトタイム T_n の決定は、搬送順序、処理時間等に基づいて搬送時間によって律速される搬送律速であるか各基板処理部における処理時間によって律速される処理律速であるかを判定し、その結果に基づいてウエハ

フローに要する全処理時間(この実施例のようなタクト管理のもとでは、スループットタイムに一致する)を最小とすることによって行う。タクトタイム T_n の決定自体は従来と同じなので、詳細な説明は省略する。

【0058】次に、連続する一対の異種フローに対応する一対の隣接するカセット(n, n+1)のウエハフローの処理ポジション差 A_n を求める(ステップS22)。*

*この処理ポジション差 A_n は、一対のカセット(n, n+1)のウエハフローがそれぞれ占有する基板処理部(ユニット)の数(ポジション数)の差で与えられる。この差が負の場合、処理ポジション差 A_n は0とする。なお、ここではインデクサーINDでの処理をポジション数に含めて計算しているが、インデクサーINDでの処理をポジション数に含めないで計算してもよい。このような処理ポジション差 A_n を求めるのは、後のカセット(n+1)の基板が先のカセット(n)の基板を追い越すことを防止したものである。すなわち、先のカセット(n)よりも後のカセット(n+1)のポジション数が少ない場合、この差分のサイクルだけ後のカセット(n+1)の処理開始を待機させなければ、後のカセット(n+1)の基板が先のカセット(n)の基板を追い越すという干渉が生じて、タクト管理が不可能となるといった問題や両カセット(n, n+1)のウエハフローが混乱するといった問題が発生するので、このような問題を未然に防止したものである。

【0059】以下の表1及び表2は、処理ポジション差 A_n の具体的計算方法を例示したものである。表1のウエハフローは、ホットプレート等に余裕がある場合に、前後のロットすなわち前後のカセット(n, n+1)により温度条件を変更するため、プレートを使い分けるような場合である。表2のウエハフローは、後のカセット(n+1)で特定の工程が不要となる場合である。

【0060】

【表1】

| カセット n のフロー | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
|-----------------|-----|-----|----|----|-----|------|
| | IND | HP1 | CP | SC | HP2 | IND |
| | (L) | | | | | (UL) |
| カセット $n+1$ のフロー | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
| | IND | HP1 | CP | SC | HP3 | IND |
| | (L) | | | | | (UL) |

【0061】

※ ※【表2】

| カセット n のフロー | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
|-----------------|-----|-------|----|-----|-----|-----|
| | IND | HP1 | CP | SC | HP2 | IND |
| カセット $n+1$ のフロー | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
| | IND | ----- | SC | HP3 | IND | |

【0062】ここで、符号IND(L)はインデクサーからの搬出を、符号HP1、HP2、HP3はホットプレートでの処理を、符号CPはクールプレートでの処理を、符号SCはスピンコータでの処理を、符号IND(UL)はインデクサーへの搬入をそれぞれ意味する。なお、一対のカセット(n, n+1)間で処理が異なる部分にはアンダーラインが付してある。

【0063】表1に示す一対のカセット(n, n+1)

の場合、ウエハフローの総ポジション数はともに6で、処理ポジション差 $A_n=0$ となる。また、表2に示す一対のカセット(n, n+1)の場合、ウエハフローの総ポジション数はそれぞれ6、4で、処理ポジション差 $A_n=2$ となる。

【0064】次に、図10に示すように、連続する一対の異種フローに対応する一対の隣接するカセット(n, n+1)のウエハフローにおいて共通して使用されてい

る基板処理部（ユニット）で先のカセット（ n ）側の基板が並行処理されるか否かを判別する（ステップS23）。このような判別を行うのは、以下に詳細に説明するが、並行処理を行う基板処理部（ユニット）で後のカセット（ $n+1$ ）の基板と先のカセット（ n ）の基板とが衝突することを防止したものである。なお、並行処理とは、ウエハフロー中の加熱処理等において長時間を要するため、これが律速原因となってスループットが低下するといった事態を防止するため、複数の同種の基板処理部（ユニット）で複数の基板30をタイミングをずらしながら並列に処理することにより、他の処理部での待機による時間ロスを防止して、全体としてのスループットを高めようとするものである。

【0065】並行処理がない場合は、図11に示すように、連続する一対の異種フローに対応する一対の隣接するカセット（ n 、 $n+1$ ）のウエハフローの最大フローステップ差 B_n を求める（ステップS24）。この最大フローステップ差 B_n は、一対のカセット（ n 、 $n+1$ ）のウエハフローがそれぞれ占有する基板処理部（ユニット）に処理順に順位（フローステップ）をつけた場合に、共通して使用されている基板処理部（ユニット）間における順位（フローステップ）の差（フローステップ差 B_m ）の最大値で与えられる（「 m 」は、共通して使

*用される基板処理部の識別のための添字）。この場合、フローステップ差 B_m が負の場合、 $B_m=0$ とする。なお、ここでは、インデクサーINDからの搬出処理をフローステップに含めて計算しているが、インデクサーINDからの搬出処理をフローステップに含めないで計算してもよい。このような最大フローステップ差 B_n を求めるのは、後のカセット（ $n+1$ ）の基板の処理と先のカセット（ n ）の基板の処理とが衝突することを主に防止したもので、後のカセット（ $n+1$ ）の基板の処理が先のカセット（ n ）の基板の処理を追い越すことを防止することにもなる。すなわち、先のカセット（ n ）よりも後のカセット（ $n+1$ ）のフローステップが小さくなる基板処理部がある場合、この差分の最大値以上後のカセット（ $n+1$ ）の処理を待機させなければ、後のカセット（ $n+1$ ）の基板が先のカセット（ n ）の基板と衝突するという干渉が生じて、タクト管理が不可能となるといった問題等を防止したものである。

【0066】以下の表3及び表4は、フローステップ差 B_m 及び最大フローステップ差 B_n の計算方法を示したものである。

【0067】

【表3】

| | |
|--------------------|-----------------------------------|
| カセット n のフロー | IND-a-b-c-d-e-f — IND (L) (UL) |
| カセット $n+1$ のフロー | IND-a-b-c-d-e — g-IND (L) (UL) |

【0068】表3は一対のカセット（ n 、 $n+1$ ）のウエハフローを示す。ここで、符号 $a\sim g$ は各基板処理部（ユニット）での処理を、符号IND（L）はインデクサーからの搬入を、符号IND（UL）はインデクサー※への搬入をそれぞれ示している。

【0069】

【表4】

| | 処 理 ユ ニ ッ ト | | | | | | | |
|------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|----|---------------|
| | IND (L) | a | b | c | d | e | f | g IND (UL) |
| カセット n のフローステップ | 1 | a1 | b1 | c1 | d1 | e1 | f1 | — (x) |
| カセット $n+1$ のフローステップ | 1 | a2 | b2 | c2 | d2 | e2 | | g2 (y) |
| フローステップ差 B_m | 0 | a1-a2 | b1-b2 | c1-c2 | d1-d2 | e1-e2 | 0 | 0 (x-y) |

【0070】表4は一対のカセット（ n 、 $n+1$ ）のフローステップ等を示す。ここで、符号 $a1\sim f1$ は、先のカセット（ n ）のフローステップを、符号 $a2\sim g2$ は後のカセット（ $n+1$ ）のフローステップを、符号 x 、 y は、ポジション数を示す。なお、符号—はこの基板処理部（ユニット）で処理のないことを意味する。

【0071】表3及び表4に示す一対のカセット（ n 、 $n+1$ ）の場合、フローステップ差 B_m は、0、（ $a1-$

$a2$ ）、（ $b1-b2$ ）、…として与えられる。したがって、0、（ $a1-a2$ ）、（ $b1-b2$ ）、…の最大値が最大フローステップ差 B_n となる。なお、共通する処理でない場合、便宜上フローステップ差 B_m を0とする。なお、（ $x-y$ ）は、処理ポジション差 A_n を与える。

【0072】以下の表5及び表6は、フローステップ差 B_m 及び最大フローステップ差 B_n の具体的計算例を示したものである。

【0073】

* * 【表5】

| | |
|-----------------|---------------------------------|
| カセットn のフロー | IND-a-b-c-d ——— IND (L) (UL) |
| カセットn+1 のフロー | IND ——— c-d ——— IND (L) (UL) |

【0074】表5は一对のカセット(n, n+1)のウエハフローの一例を示す。ここで、符号については表3と同様であるので説明を省略する。

※

※【0075】
【表6】

| | IND (L) | 処 理 a | b | c | d | e | f | g | IND (UL) |
|---------------------|------------|----------|---|---|---|---|---|---|-------------|
| カセットn のフローステップ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | - | - | - | (6) |
| カセットn+1 のフローステップ | 1 | - | - | 2 | 3 | - | - | - | (4) |
| フローステップ差 Bm | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | - | - | - | (2) |

【0076】表6は一对のカセット(n, n+1)のフローステップ等の計算例を示す。表からも明かなように、フローステップ差Bmは、0または2となっており、最大フローステップ差Bnは2となる。

【0077】並行処理がある場合は、図11に示すように、並行処理がない場合と同様にして求めたフローステップのうち、並行処理のある基板処理部(ユニット)に関するものにつき、(並行処理数-1)を加算して新たにフローステップとする(ステップS25)。その後、得られたフローステップの差としてフローステップ差Bmを求め、これらの最大値として最大フローステップ差Bnを得る(ステップS24)。最大フローステップ差Bnを求める過程で、並行処理のある基板処理部(ユニット)につき(並行処理数-1)を加算したフローステップを★

★用いるのは、並行処理のある基板処理部(ユニット)で後のカセット(n+1)の基板の処理と先のカセット(n)の基板の処理とが衝突することを防止したものである。ここで-1の項は、並行処理のある基板処理部(ユニット)のいずれにカセット(n)の最後の基板が残っているかわからない場合にも、両カセット(n, n+1)間で干渉の問題が生じないように安全をとったものである。

【0078】以下の表7、表8及び表9は、フローステップ差Bm及び最大フローステップ差Bnの具体的計算例を示したものである。

【0079】

【表7】

| | |
|-----------------|---|
| カセットn のフロー | IND $\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix}$ d-e-f-g — IND (L) (UL) |
| カセットn+1 のフロー | IND-f-g-e-a ——— IND (L) (UL) |

【0080】表7は一对のカセット(n, n+1)のウエハフローの一例を示す。ここで、符号については表3と同様であるので説明を省略する。カセット(n)では、最初に並行処理a、b、cが行われ、カセット(n

+1)の最後の処理aと共通する。

【0081】

【表8】

| | IND (L) | 処理ユニット a b c d e f g | | | | | | IND (UL) |
|--|------------|-------------------------|-----|-----|---|---|---|-------------|
| カセットn のフローステップ (（並行処理数-1） の加算後) | 1 | 2 | 2 | 2 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | | (4) | (4) | (4) | | | | |
| カセットn+1 のフローステップ | 1 | 5 | - | - | - | 4 | 2 | 3 |
| フローステップ差 Bm | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 2 | 5 | 5 |

【0082】表8は一対のカセット（n、n+1）のフローステップ等の計算例を示す。表からも明かなように、フローステップ差Bmは、0、2または5となっており、最大フローステップ差Bnは5となる。なお、カセット（n）のフローステップ中かっこ書きは、並行処

理のある基板処理部（ユニット）に関するものにつき、（並行処理数-1）を加算して新たにフローステップとしたものである。

【0083】

【表9】

| | IND (L) | 処理ユニット a b c d e f g | | | | | | IND (UL) |
|----------------------|------------|-------------------------|---|---|---|---|---|-------------|
| カセットn' のフローステップ | 1 | 5 | - | - | - | 4 | 2 | 3 |
| カセットn'+1 のフローステップ | 1 | 2 | 2 | 2 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| フローステップ差 Bm | 0 | 3 | - | - | - | 0 | 0 | 0 |

【0084】表9は参考のためのもので、仮に表7の一対のカセット（n、n+1）のフローの内容が入れ替わっていた場合の一対のカセット（n'、n'+1）について行われるフローステップ等の計算例を示す。この場合、並行処理のある基板処理部（ユニット）に関するフローステップについて、（並行処理数-1）を加算することは行われない。表からも明かなように、フローステップ差Bmは、0または3となっており、最大フローステップ差Bnは3となる。

【0085】最後に、図11に示すように、処理ポジション差Anと最大フローステップ差Bnの中で最大値Wnを求める（ステップS26）。この最大値Wnは、両カセット（n、n+1）の基板の干渉を防止すべく後のカセット（n+1）の基板の投入を制限すべき循環搬送の回数、すなわち投入待機サイクルとなっている。

【0086】図12～図14は、図9のステップS3での処理の詳細を示したフローチャートである。ここでは、タクト管理の下、予め定められたウエハフローや各種処理条件に基づいて、各カセット内の基板30を所定の順序で搬送し諸処理を施す。

【0087】まず、タクトタイマをスタートさせる（ステップS31）。次に、第1カセット（この場合、n=1）20の基板30の1サイクルの循環搬送を搬送ロボット10に行わせる（ステップS32）。この場合、第1カセット20から最初の基板30が取り出されインデク

サーIND内で搬出可能状態となる。次に、第1カセット20の最後の基板30についての最初の循環搬送かどうかを判別する（ステップS33）。この場合、該当しないのでタクトタイムT1の経過を待ってステップS31に戻り、同様の動作を繰返し、第1カセット20内の基板30の処理を順次進行させる。ステップS33で最後の基板30についての最初の循環搬送と判別された場合、タクトタイムT1の経過を待って、投入待機サイクルW1が1以上か否かを判別する（ステップS35）。

【0088】ステップS35で投入待機サイクルW1が1以上で第2カセットの投入が制限されると判定された場合、待機タイマをスタートさせる（ステップS37）。次に、タクトタイマをスタートさせる（ステップS38）。次に、第1カセット20の基板30の1サイクルの循環搬送を行わせる（ステップS39）。この場合、第2カセット20は、待機状態となる。次に、第1カセット20の最後の基板30についての（W1+1）回目の循環搬送かどうかを判別する（ステップS40）。該当しない場合、タクトタイムT1の経過を待ってステップS38に戻り、同様の動作を繰返し、第1カセット20の最後の基板30の処理を順次進行させる。

【0089】ステップS40で最後の基板30についての（W1+1）回目の循環搬送と判別された場合、第2カセット20の基板30の待機状態を解除すべく、待機タイムW1×T1の経過を待つ。次に、投入待機サイクルW

30

40

50

1が標準待機サイクル W_{max} 未満かどうかを判別する（S42）。標準待機サイクル W_{max} とは、前側のカセット20の基板処理が全部終了するまで後側のカセットの基板処理を待機させる場合の待機中のサイクル数を示し、この場合第1カセット20のウエハフローの総ポジション数（インデクサーINDを含む）から1を引いた値となる。

【0090】投入待機サイクル W_1 が標準待機サイクル W_{max} 未満と判別された場合、タクトタイマをスタートさせる（ステップS43）。この際、タクトタイムTは、T1及び第2カセットの基板の処理を行うさいのタクトタイムT2のうち長い方とする。次に、第1及び第2カセット20の基板30の1サイクルの循環搬送を行わせる（ステップS44）。この場合、搬送ロボット10は、第1及び第2カセット20の各基板30を循環搬送させ得るように動作する。すなわち、搬送ロボット10を両カセット20のウエハフローに含まれる処理に対応する全ての基板処理部（ユニット）にアクセスするように巡回させる。次に、第1カセット20の最後の基板30についての最後の循環搬送かどうかを判別する（ステップS45）。該当しない場合、タクトタイムTの経過を待ってステップS43に戻り、同様の動作を繰返し、第1及び第2カセット20の基板30の処理を順次並列的に進行させる。

【0091】ステップS45で第1カセット20の最後の基板30についての最後の循環搬送と判別された場合、タクトタイムTの経過を待って、次に処理すべき基板30の属する第2カセット20が最後のカセットかどうかを判別する（ステップS48）。第2カセット20の基板30の処理ですべて終了する場合、最後のカセットと判断して、タクトタイマをスタートさせる（ステップS49）。次に、第2カセット20の残りの基板30の1サイクルの循環搬送を搬送ロボット10に行わせる（ステップS50）。次に、第2カセット20の最後の基板30についての最後の循環搬送かどうかを判別する（ステップS51）。この場合、該当しないのでタクトタイムT2の経過を待ってステップS49に戻り、同様の動作を繰返し、第2カセット20の残りの基板30の処理を順次進行させる。ステップS51で最後の基板30についての最後の循環搬送と判別された場合、タクトタイムT2の経過を待って処理を終了する。

【0092】ステップS48で最後のカセットでないと判別された場合、カセットの番号nと投入待機サイクル W_n とを更新する（ステップS54）。以後、ステップS31

～S48に基づいて、第2カセット20と第3カセット20を連続して処理する。さらに、ステップS48で、最後のカセットでないと判別された場合、カセットの番号を加算等し（ステップS54）、第3カセット20と第4カセット20を連続して処理する（ステップS31～S48）。このような動作を最後のカセットまで繰返す。

【0093】なお、ステップS35で投入待機サイクル W_1 が1未満（すなわち0）で第2カセットの投入が制限されないと判定された場合、ステップS43に進み、タクトタイマをスタートさせ、ステップS44で第1カセットの残りの基板30と第2カセット20の最初の基板30について1サイクルの循環搬送を行わせる（ステップS44）。次に、ステップS45で第1カセット20の最後の基板30についての最後の循環搬送かどうかを判別し、該当しない場合は、タクトタイムTの経過を待ってステップS43に戻る。このような動作を繰返して、第1カセット20の最後の基板30についての最後の循環搬送と判定した場合、タクトタイムTの経過を待ってステップS48に進む。以下のステップS48～S54での動作は、第2カセットの投入が制限される場合と同様であるので説明を省略する。

【0094】また、ステップS42で投入待機サイクル W_1 が W_{max} の場合、第1カセット20の基板処理が全部終了するまで第2カセットの投入が制限されるものとして、ステップS48に進み、次に処理すべき基板30を収容する第2カセットが最後のカセットであるか否かを判別する。最後のカセットでないと判別された場合、カセットの番号を加算して（ステップS54）、最初のステップS31に戻る。一方、最後のカセットであると判別された場合、ステップS49に進んで第2カセットの処理を進行させる。

【0095】以下、第1実施例の基板処理装置の具体的動作例について説明する。

【0096】表10は、表1に示す一対の異種フローのカセット（n、n+1）の基板を第1実施例の装置によって連続処理した場合におけるフロー接続部でのウエハ処理サイクルを示す。この表では、インデクサーINDのウエハ受渡しポジションから未処理の基板30を取り出し、搬送ロボット10が基板処理部（ユニット）を一巡して、再び処理済基板30がインデクサーINDに戻って来た状態での基板処理部（ユニット）における基板30の有無が示される。

【0097】

【表10】

10

20

30

40

第1実施例（フレックスフロー）のウエハ処理サイクル

| カセットn カセットn+1 | ① IND ① | ② HP1 ② | ③ CP ③ | ④ SC ④ | ⑤ HP2 ⑤ | ⑥ HP3 ⑥ | ⑦ IND ⑦ | |
|------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--|
| 処理サイクル 1 | B | (A) | A | A | A | X | A | カセットnのカセットエンドウエハ (A)を送出後すぐにカセットn+1が スタート |
| 2 | B | B | (A) | A | A | X | A | |
| 3 | B | B | B | (A) | A | X | A | |
| 4 | B | B | B | B | (A) | X | A | |
| 5 | B | B | B | B | X | B | (A) | カセットエンドウエハ (A) をINDに 渡す 次サイクルで途切れることなくカセット n+1のウエハがINDに渡される |
| 6 | B | B | B | B | X | B | B | |

【0098】ここで、Aは先に投入されるカセット
(n)の基板30が存在することを、Bは後に投入され
るカセット(n+1)の基板30が存在することを、X
は基板30が存在しないことを示す。なお、(A)はカ
セット(n)の最後の基板30が存在することを意味す
る。

【0099】表からも明らかなように、一対の異種フロ
20 一のカセット(n, n+1)の基板処理を途切れること*

*なく接続することができ、後のカセット(n+1)の基
板の投入を待機させることによって生じていた時間ロス
をなくすることができる。

【0100】表11は、表1に示す一対の異種フローの
カセット(n, n+1)の基板を従来例の装置によって
連続処理した場合のウエハ処理サイクルを示す。

20 【0101】

【表11】

従来のウエハ処理サイクル

| カセットn カセットn+1 | ① IND ① | ② HP1 ② | ③ CP ③ | ④ SC ④ | ⑤ HP2 ⑤ | ⑥ HP3 ⑥ | ⑦ IND ⑦ | |
|------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---|
| 処理サイクル 1 | (A) | A | A | A | A | X | A | カセットエンドウエハ (A) を インデクサに渡す カセットエンドウエハをカセットに収納 した後カセットn+1がスタートする |
| 2 | X | (A) | A | A | A | X | A | |
| 3 | X | X | (A) | A | A | X | A | |
| 4 | X | X | X | (A) | A | X | A | |
| 5 | X | X | X | X | (A) | X | A | |
| 6 | X | X | X | X | X | X | (A) | |
| 7 | B | X | X | X | X | X | X | |
| 8 | B | B | X | X | X | X | X | |
| 9 | B | B | B | X | X | X | X | |
| 10 | B | B | B | B | X | X | X | |
| 11 | B | B | B | B | X | B | X | |
| 12 | B | B | B | B | X | B | B | |

【0102】表からも明らかなように、カセット(n)
の最終の基板投入後、カセット(n+1)の基板の投入
を5サイクル分待機させることとなり、表10の第1実
施例に比較して5サイクル分だけ待機時間が増大する。

【0103】表12は、表10及び表11のウエハ処理
サイクルの場合のスループットの比較例を示す。

【0104】

【表12】

スループットの改善

| | 投入制限が必要な サイクル数 | 時間ロス | 繰り返し連続処理の スループット |
|-------------------|-------------------|------|---------------------|
| 従来 | 5 | 300秒 | 50枚/H |
| 第1実施例 フレックスフロー | 0 | 0 | 60枚/H |

【0105】表からも明らかなように、1時間に60枚の基板の処理が行える第1実施例の処理のスループットは、1時間に50枚という従来例の処理のスループットに比較して1.2倍となっていることがわかる。なお、表の計算において、各カセット(n、n+1)に25枚の基板30が含まれ、両者のタクトタイムが60秒で同一であり、一対の異種フローのカセット(n、n+1)を交互に無限に連続して流した場合を仮定している。

【0106】図15は、参考のため、表10及び表11に示すウエハ処理のフロー及びタイミングを具体的に図示したものである。ここで、横軸は、時間すなわちサイクルに対応し、縦軸は、基板処理部(ユニット)を示す。実線は、先に投入されるカセット(n)の最後の基

* 装置において後に投入されるカセット(n+1)の最初の基板30の処理タイミングを示し、一点鎖線は、従来例の装置において後に投入されるカセット(n+1)の最初の基板30の処理タイミングを示す。図からも明らかなように、点線で示す第1実施例の処理では、待機サイクルが生じていない。その一方、一点鎖線で示す従来例の処理では、5回分の待機サイクルが生じる。

【0107】表13は、表2に示す一対の異種フローのカセット(n、n+1)を基板の第1実施例の装置によって連続処理した場合におけるフロー接続部でのウエハ処理サイクルを示す。

【0108】

【表13】

第1実施例(フレックスフロー)のウエハ処理サイクル

| カセットn カセットn+1 | ① IND ① | ② HP1 | ③ CP | ④ SC ② | ⑤ HP2 ③ | ⑥ IND ④ | |
|------------------|---------------|----------|---------|--------------|---------------|---------------|--|
| 処理サイクル 1 | X | (A) | A | A | A | A | |
| 2 | X | X | (A) | A | A | A | |
| 3 | B | X | X | (A) | A | A | 2枚分ウエハを空けてカセットn+1が スタート |
| 4 | B | X | X | B | (A) | A | |
| 5 | B | X | X | B | B | (A) | カセットエンドウエハ(A)をINDに渡す |
| 6 | B | X | X | B | B | B | 次サイクルで途切れることなくカセットn+1 のウエハがINDに渡される |

【0109】表からも明らかなように、一対の異種フローのカセット(n、n+1)の基板の処理を途切れることなく接続することができ、時間ロスをなくすることができる。ただし、処理ポジション差とフローステップ差に起因して、後のカセット(n+1)の投入を2サイクル分待機させることとなる。

【0110】表14は、表2に示す一対の異種フローのカセット(n、n+1)の基板を従来例の装置によって連続処理した場合のウエハ処理サイクルを示す。

【0111】

【表14】

従来のウエハ処理サイクル

| カセットn カセットn+1 | ① IND ① | ② HP1 | ③ CP | ④ SC ② | ⑤ HP2 ③ | ⑥ IND ④ | |
|------------------|---------------|----------|---------|--------------|---------------|---------------|-------------------------------------|
| 処理サイクル 1 | X | (A) | A | A | A | A | |
| 2 | X | X | (A) | A | A | A | |
| 3 | X | X | X | (A) | A | A | |
| 4 | X | X | X | X | (A) | A | |
| 5 | X | X | X | X | X | (A) | |
| 6 | B | X | X | X | X | X | カセットエンドウエハ(A)をインデクサに渡す |
| 7 | B | X | X | B | X | X | カセットエンドウエハをカセットに収納した後カセットn+1がスタートする |
| 8 | B | X | X | B | B | X | HP1/CP1はバスしSCにウエハを置く |
| 9 | B | X | X | B | B | B | INDに戻るウエハは3サイクル分空く |

【0112】表からも明らかなように、後のカセット(n+1)の最初の基板の投入を5サイクル分待機させることとなり、表13に示す第1実施例に比較して3サイクル分だけ待機時間が増大する。なお、カセットの順序が逆の場合、第1実施例では待機時間がなく、従来例*

*では3サイクル分だけ待機時間がある。

【0113】表15は、表10及び表11のウエハ処理20 サイクルの場合のスループットの比較例を示す。

【0114】

【表15】

| | 投入制限が必要な サイクル数 | 時間ロス (1カセット当り) | 繰り返し連続処理 のスループット |
|--------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| 従来 | 5 | 300秒 | 50.8枚/H |
| フレックス フロー | 2 | 120秒 | 57.7枚/H |

【0115】表からも明らかなように、1時間に57.7枚の基板の処理が行える第1実施例の処理のスループットは、1時間に50.8枚という従来例の処理のスループットに比較して1.14倍となっていることがわかる。なお、表の計算において、各カセット(n, n+1)に25枚の基板30が含まれ、両者のタクトタイムが60秒で同一であり、一対の異種フローのカセット(n, n+1)を交互に無限に連続して流した場合を仮

定している。

【0116】表16は、表8に示す一対の異種フローのカセット(n, n+1)の基板を第1実施例の装置によって連続処理した場合におけるフロー接続部でのウエハ処理サイクルを示す。この場合、カセット(n)のウエハフローに並行処理が含まれる。

【0117】

【表16】

| カセット n | ① | ② (④) | ② (④) | ② (④) | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ |
|----------|------------|----------|----------|----------|-----|-----|-----|-----|-------------|
| | IND (L) | a | b | c | d | e | f | g | IND (UL) |
| カセット n+1 | ① | ⑤ | | | | ④ | ② | ③ | ⑥ |
| 処理サイクル | | | | | | | | | |
| 1 | X | A | A | (A) | A | A | A | A | A |
| * 2 | X | X | A | (A) | A | A | A | A | A |
| 3 | X | X | X | (A) | A | A | A | A | A |
| 4 | X | X | X | X | (A) | A | A | A | A |
| 5 | X | X | X | X | X | (A) | A | A | A |
| 6 | B | X | X | X | X | X | (A) | A | A |
| * 7 | B | X | X | X | X | X | X | (A) | A |
| 8 | B | X | X | X | X | X | B | B | (A) |
| 9 | B | X | X | X | X | B | B | B | X |
| 10 | B | B | X | X | X | B | B | B | X |
| 11 | B | B | X | X | X | B | B | B | B |
| 12 | B | B | X | X | X | B | B | B | B |

【0118】表からも明らかなように、一対の異種フローのカセット(n、n+1)の基板の連続処理において、後のカセット(n+1)の基板の投入を5サイクル分待機させることとなり、8サイクル分待機させる従来例に比較して3サイクル分だけ待機時間が減少する。

【0119】表17は、表9に示す一対の異種フローのカセット(n、n+1)の基板を従来例の装置によって*

*連続処理した場合のウエハ処理サイクルを示す。表16の場合の両カセットの処理の順序を入れ換えたものである。したがって、カセット(n+1)側のウエハフローに並行処理が含まれる。なお、〔B〕はカセット(n)の最後の基板30が存在することを意味する。

【0120】

【表17】

| カセット n | ① IND (L) | ⑤ a | b | c | d | ④ e | ② f | ③ g | ⑥ IND (UL) |
|----------|-----------------|--------|---|---|---|--------|--------|--------|------------------|
| | | | | | | | | | |
| カセット n+1 | ① | ② | ② | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ |
| 処理サイクル | | | | | | | | | |
| 1 | X | B | X | X | X | B | (B) | A | B |
| * 2 | X | B | X | X | X | B | X | (B) | B |
| 3 | X | B | X | X | X | (B) | X | X | B |
| 4 | A | (B) | X | X | X | X | X | X | B |
| * 5 | A | A | X | X | X | X | X | X | (B) |
| 6 | A | A | A | X | X | X | X | X | X |
| 7 | A | A | A | A | X | X | X | X | X |
| 8 | A | A | A | A | A | X | X | X | X |

【0121】表からも明らかなように、一対の異種フローのカセット(n、n+1)の基板の連続処理において、後のカセット(n+1)の投入を3サイクル分待機させることとなり、5サイクル分待機させる従来例に比

較して2サイクル分だけ待機時間が減少する。

【0122】上記第1実施例では、基板処理部(ユニット)としてインタフェース用バッファが含まれない場合について説明してきた。インタフェース用バッファと

は、基板処理装置の外部に接続されるステッパ等の外部装置とのインタフェースのための装置のことをいう。一般に、ステッパ等の外部装置は、それに固有のサイクルタイムで動作しているため、第1実施例の基板処理装置のタクトタイムとの不一致により、タクト管理が不可能となる。したがって、このようなインタフェース用バッファを含むウエハフローの後に別のウエハフローを接続する場合、後側のウエハフローのタクト管理が不可能となる。このような問題を解決するため、インタフェース用バッファ装置以降の前側のカセットのウエハフローと後側のカセットのウエハフローとに関して、上記第1実施例の方法によって投入待機サイクル W_n を求めて(図10及び図11参照)、後側のウエハフローのタク*

*ト管理を可能にする。このような投入待機サイクル W_n の計算において、インタフェース用バッファは、基板30の搬出処理を行うインデクサーINDに置き換えて扱う。この場合、前側のカセットのウエハフローのインタフェース用バッファ前の全ての処理が終了して、前のカセット20の最終の基板がインタフェース用バッファから搬出された段階で、タクト管理を開始し、投入待機サイクル W_n を計算し、或いは予め計算した投入待機サイクル W_n に基づいて、後のカセット20の待機と処理とを行う。

【0123】

【表18】

| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | | |
|-------------|---|---|---|---|---|---|---|
| カセット n | IND-SC-HP1-CP1-IF-B-DEV-HP2-CP2-----IND (L) (UL) | | | | | | |
| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ |
| カセット n+1 | IND-----HP2-CP2-SC-HP3-CP3-IND (L) (UL) | | | | | | |

【0124】表18に、一対のカセット(n、n+1)のウエハフローの一例を示す。先に投入するカセット(n)のウエハフローには、インタフェース用バッファでの処理(IF-B)とスピンドレロップSDでの処理(DEV)とが含まれる。この場合、処理ポジション差 $A_n=0$ で、フローステップ差 $B_m=1$ で、最大フローステップ差 $B_n=1$ である。したがって、後側のカセット(n+1)を連続して投入する際の投入待機サイクル $W_n=1$ となる。

【0125】また、上記第1実施例では、前側のカセット20が並行処理の場合に、並行処理のある基板処理部(ユニット)に関するものにつき、(並行処理数-1)を加算して新たにフローステップとし、並行処理のある基板処理部(ユニット)で前後のカセット20の基板の処理が衝突することを防止している。しかし、これは最悪の状態に備えたものである。例えば、前のカセット2*

※0の最後の基板30が後のカセット20の基板と重複する基板処理部(ユニット)に入らない場合、前のカセット20の最後から2番目或いはそれ以前の基板30の循環搬送に着目し、この基板処理部(ユニット)については、このような実質的に最後の基板30に対するものとしてフローステップ差 B_m を求め(具体的には、フローステップに、(並行処理数-2)、(並行処理数-3)、…を加算し)、全体での投入待機サイクル W_n を減少させることもできる。なお、後側のカセット20の主に先頭側に並行処理が含まれる場合にも、上記と同様の手法によってフローステップ差 B_m を減少させ、全体での投入待機サイクル W_n を減少させることができる。

【0126】表19は、上記のような並行処理が含まれるウエハフローを示したものである。

【0127】

【表19】

| カセット n | IND $\begin{Bmatrix} a \\ b \\ c \end{Bmatrix}$ (L) e-f-g — IND (UL) |
|----------|--|
| カセット n+1 | IND-a-b-e-f-g — IND (UL) |

【0128】この場合、前側のカセット(n)の基板にウエハフローに並行処理が含まれる。つまり、カセット(n)の基板の処理a、b、cは並行処理となっている。

【0129】このような一対のカセット(n、n+1)の基板の処理を接続する場合、図10及び図11のような計算方法では、投入待機サイクル $W_n=2$ となる。一方、カセット(n)の最後の基板30が処理cに対応す

る基板処理部(ユニット)で処理される場合、処理aでの衝突は最後から2番目以上の基板30で生じ得ることとなるので、投入待機サイクル W_n を減少させることができる。

【0130】図16は、表19のような場合のウエハ処理のフロー及びタイミングを具体的に図示したものである。ここで、横軸は、時間すなわちサイクルに対応し、縦軸は、基板処理部(ユニット)を示す。実線は、図1

0及び図11のような計算方法によって投入待機サイクル W_n を求めた場合を示し、点線は、最も効率的に一对のカセット(n, n+1)の処理を接続する場合を示す。図面からも明らかなように、後側のカセット(n+1)の投入を1サイクル早めることができる。

【0131】

【C. 第2実施例の基板処理装置の構成】第2実施例の基板処理装置は、上記の第1実施例の場合と異なりタクト管理を行わないが、その他の点で、第1実施例の基板搬送装置とほとんど変わらない。したがって、その構成は図7及び図8に示すものとほぼ一致し、コントローラ50に関してのみ相違するので、詳細な説明は動作の説明の欄にゆずる。

【0132】

【D. 第2実施例の基板処理装置の動作】第2実施例の基板処理装置の動作は、タクト管理を行わない点を除き、第1実施例の基板搬送装置の動作と変わらない。したがって、その動作は図9に示すものとほぼ一致し、搬送等の工程(ステップS3)のみ相違する。以下の説明では、搬送等の工程(ステップS3)の具体的な内容のみ説明する。

【0133】図17～図19は、搬送等の工程(ステップS3)の詳細を示したフローチャートである。

【0134】まず、第1カセット(この場合、 $n=1$)20の基板30の1サイクルの循環搬送を搬送ロボット10に行わせる(ステップS132)。この場合、第1カセット20から最初の基板30が取り出されインデクサーIND内で搬出可能状態となる。次に、第1カセット20の最後の基板30についての最初の循環搬送かどうかを判別する(ステップS133)。この場合、該当しないのでステップS132に戻り、同様の動作を繰返し、第1カセット20内の基板30の処理を順次進行させる。ステップS133で最後の基板30についての最初の循環搬送と判別された場合、投入待機サイクル W_1 が1以上か否かを判別する(ステップS135)。

【0135】ステップS135で投入待機サイクル W_1 が1以上で第2カセットの投入が制限されると判定された場合、カウンタの値 $D=0$ として初期状態とする(ステップS137)。次に、第1カセット20の基板30の1サイクルの循環搬送を行わせる(ステップS139)。この場合、第2カセット20は、待機状態となる。次に、カウンタの値 D に1を加算して(ステップS140)、 D が投入待機サイクル W_1 以上かどうかを判別する(ステップS240)。該当しない場合、ステップS139に戻り、同様の動作を繰返し、第1カセット20の最後の基板30の処理を順次進行させる。

【0136】ステップS240で D が投入待機サイクル W_1 以上と判別された場合、第2カセット20の基板30の待機状態を解除し、投入待機サイクル W_1 が標準待機サイクル W_{max} 未満かどうかを判別する(S142)。投入待

機サイクル W_1 が標準待機サイクル W_{max} 未満と判別された場合、第1及び第2カセット20の基板30の1サイクルの循環搬送を行わせる(ステップS144)。次に、第1カセット20の最後の基板30についての最後の循環搬送かどうかを判別する(ステップS145)。該当しない場合、ステップS144に戻り、同様の動作を繰返し、第1及び第2カセット20の基板30の処理を順次並列的に進行させる。

【0137】ステップS145で第1カセット20の最後の基板30についての最後の循環搬送と判別された場合、次に処理すべき基板30の属する第2カセット20が最後のカセットかどうかを判別する(ステップS148)。第2カセット20の基板30の処理ですべて終了する場合、最後のカセットと判断して、第2カセット20の残りの基板30の1サイクルの循環搬送を搬送ロボット10に行わせる(ステップS150)。次に、第2カセット20の最後の基板30についての最後の循環搬送かどうかを判別する(ステップS151)。この場合、該当しないのでステップS150に戻り、同様の動作を繰返し、第2カセット20の残りの基板30の処理を順次進行させる。ステップS151で最後の基板30についての最後の循環搬送と判別された場合、処理を終了する。

【0138】ステップS148で最後のカセットでないと判別された場合、カセットの番号等を加算する(ステップS154)。以後、ステップS132～S148に基づいて、第2カセット20の基板と第3カセット20の基板を連続して処理する。このような動作を最後のカセットまで繰返す。

【0139】なお、ステップS135で投入待機サイクル W_1 が1未満(すなわち0)で第2カセットの投入が制限されないと判定された場合、ステップS144に進み、第1カセットの残りの基板30と第2カセット20の最初の基板30とについて1サイクルの循環搬送を行わせる。次に、ステップS145で第1カセット20の最後の基板30についての最後の循環搬送かどうかを判別し、該当しない場合は、ステップS144に戻る。このような動作を繰返して、第1カセット20の最後の基板30についての最後の循環搬送と判定した場合、ステップS148に進む。以下のステップS148～S154での動作は、第2カセットの投入が制限される場合と同様であるので説明を省略する。

【0140】また、ステップS142で投入待機サイクル W_1 が W_{max} の場合、第1カセット20の基板処理が全部終了するまで第2カセットの投入が制限されるものとして、ステップS148に進み、次に処理すべき基板30を収容する第2カセットが最後のカセットであるか否かを判別する。最後のカセットでないと判別された場合、カセットの番号を加算して(ステップS154)、最初のステップS132に戻る。一方、最後のカセットであると判別された場合、ステップS150に進んで第2カセットの

処理を進行させる。

【0141】以上、第1実施例及び第2実施例に即してこの発明を説明したが、この発明は上記第1及び第2実施例に限定されるものではない。例えば、投入待機サイクル W_n の計算方法は、フローステップ差 B_n 等と一致させる必要はない。すなわち、投入待機サイクル W_n がフローステップ差 B_n 等より大きければ、ロットの異なる前後カセットの追い越しがなくなり、カセット間の基板の処理が干渉する事態が生じず、また、投入待機サイクル W_n が標準待機サイクル（従来方法の場合の待機サイクル）未満であれば、スループットを向上させることができる。

【0142】また、上記第1実施例では、ロットの異なる前後カセットのタクトタイムが異なる場合、装置内に有る前後カセットのどちらか長い方のタクトタイムとしているが、これに限られるものではない。例えば、前カセットのタクトタイムが長い場合に、後カセットのタクトタイムを前カセットに一致させることもできる。ただしこの場合、タクトタイムを長くしたことによって投入待機サイクルを標準待機サイクル未満とした効果が相殺されない範囲で前後カセットを処理する。なお、前後カセットのタクトタイムが同一の場合、両カセットを一定のサイクルタイム、すなわち一定のタクトタイムで処理することができる。

【0143】また、上記第1及び第2実施例では、ウエハフローが異なる異種フローの連続処理の場合のみについて説明したが、同一のウエハフローであって基板の処理温度、処理時間、回転数、処理液等の各種プロセスデータやスループットが異なる異種レシビの連続処理の場合であっても、後側のロットの投入時期を適宜サイクル単位で遅延させることにより、スループットを大きくすることができる。

【0144】また、上記第1及び第2実施例では、異種フローのロットのウエハフローの内容を予め入力した上で（図9のステップS1）、投入待機サイクル W_n を決定し（図9のステップS2）、各カセット20中の基板30を逐次循環搬送すること（図9のステップS3）としているが、先に投入したロットの循環搬送開始直後に異種フローの後のロットのウエハフローの内容を入力して、投入待機サイクル W_n を決定し、この投入待機後に後のロットの循環搬送を実行することとしてもよい。

【0145】

【E. 第3実施例の基板処理装置の構成】第3実施例の基板処理装置は、上記の第1実施例の変形例であり、現在処理中のロットの基板処理を一時的に中断してフローが異なる別のロットを投入する割り込み処理を行う点で、フローが異なるロットを接続して前後の各ロットの基板を連続処理する第1実施例とは異なるが、その他の点では、第1実施例の基板搬送装置とほとんど変わらない。したがって、その構成は図7及び図8に示すものと

ほぼ一致し、コントローラ50に関してのみ相違するので、詳細な説明は動作の説明の欄にゆずる。

【0146】

【F. 第3実施例の基板処理装置の動作】図20～図28は、第3実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。この場合、基板処理装置は、タクト管理を行いつつ、被割り込みロットの処理を一時的に中断して異種フローである割り込みロットの処理を優先的に実行する。以下、図示のフローチャートを参照しつつ、基板30の搬送手順を中心に装置の動作について説明する。

【0147】図20に示すように、予めオペレータが、これから処理するロットの種類、カセット20中の基板30の数、各ロットのウエハフロー、処理条件等を入力する（ステップS1001）。また、必要な場合は、装置を構成する各基板処理部の配置に関する情報や搬送ロボット10に関する情報をキーボード52を介して入力する。

【0148】次に、オペレータからの処理スタートの要求に応じ、ステップS1001で与えられた諸量に基づいて、これから処理すべき各カセット（ n ）内の基板の処理を行う場合のタクトタイム T_n を決定する（ステップS1002）。また、必要な場合、基板30の搬送順序、処理時間等に基づいて、搬送ロボット10の動作ルーチンの詳細や、各基板処理部（ユニット）での処理パターンの詳細を決定する。

【0149】次に、これから処理すべき被割り込み側の第1カセット（ $n=1$ ）のタクトタイム $T=T_1$ でタクトタイムをスタートさせる（ステップS1031）。そして、第1カセット（ $n=1$ ）の基板の1サイクルの循環搬送を搬送ロボット10に行わせる（ステップS1032）。この場合、第1カセット（ $n=1$ ）から最初の基板30が取り出されインデクサーIND内で搬出可能状態となる。次に、第1カセット（ $n=1$ ）の処理の中断指令があったかどうかを判別する（ステップS1033）。第1カセット（ $n=1$ ）の中断指令があった場合には、以下に詳細に説明するように被割り込み側の第1カセット（ $n=1$ ）の処理を一時的に中断して異種フローである第2カセットの処理を優先的に実行する割り込み処理が行われるが（ステップS1034以降のステップ）、このような中断指令がない場合には、第1カセット（ $n=1$ ）の最後の基板30の最後の循環搬送かどうかを判別する（ステップS1036）。該当しない場合、タクトタイム T_1 の経過を待ってステップS1031に戻り、同様の動作を繰返し、第1カセット（ $n=1$ ）内の基板30の処理を順次進行させる。一方、ステップS1036で第1カセット（ $n=1$ ）の最後の基板30の最後の循環搬送に該当する場合、タクトタイム $T_n=T_1$ の経過を待って第1カセット（ $n=1$ ）の基板30の処理を終了する。

【0150】ステップS1033で被割り込みロットである

第1カセット ($n=1$) の処理中断の指令があったと判断された場合、図21に示すように、第1カセット ($n=1$) の最後の基板30の最初の循環搬送かどうかを判別する(ステップS1034)。すなわち、処理の中断指令によって割り込み処理が開始するが、被割り込みロットである第1カセット ($n=1$) 内の中断前の最後の基板30の最初の循環搬送が始まっているかどうかを判別される。このような中断前の最後の基板30の最初の循環搬送が始まっているときには、これから処理すべき異種フローの割り込みロットである第2カセット ($n+1=2$) 内の基板30の割り込み処理を実行するために必要な値を決定する(ステップS1020)。

【0151】この値には、被割り込みロットである第1カセット ($n=1$) と割り込みロットである第2カセット ($n+1=2$) のウエハフローにおける処理ポジション差 A_n と、第1カセット ($n=1$) と第2カセット ($n+1=2$) の最大フローステップ差 B_n (これらの量 A_n 、 B_n の定義は後述する) と、処理ポジション差 A_n 及び最大フローステップ差 B_n のうち大きい方の値として与えられる投入待機サイクル W_n とが含まれる。なお、割り込みロットである第2カセット ($n+1=2$) 内の基板の処理についての諸パラメータは、図20のステップS1033の中断指令前に予め与えらまたは決定されている。この諸パラメータには、第2カセット ($n+1=2$) の基板30の搬送順序、処理時間の他、これらから算出したタクトタイム T_{n+1} が含まれている。

【0152】図27及び図28は、ステップS1020での処理の詳細を示したフローチャートである。まず、被割り込みロットである第1カセット ($n=1$) とこれに対して異種フローの関係にある割り込みロットである第2カセット ($n+1=2$) とに関して、ウエハフローの処理ポジション差 A_n を求める(ステップS1022)。この処理ポジション差 A_n は、一対のカセット (n 、 $n+1$) のウエハフローがそれぞれ占有する基板処理部(ユニット)の数(ポジション数)の差で与えられる。この差が負の場合、処理ポジション差 A_n は0とする。なお、ここではインデクサーINDでの処理をポジション数に含めて計算しているが、インデクサーINDでの処理をポジション数に含めないで計算してもよい。このような処理ポジション差 A_n を求めるのは、後の第2カセット ($n+1$) の基板が先の第1カセット (n) の基板を追い越すことを防止したものである。すなわち、先の第1カセット (n) よりも後の第2カセット ($n+1$) のポジション数が少ない場合、この差分のサイクルだけ後の第2カセット ($n+1$) の処理開始を待機させなければ、後の第2カセット ($n+1$) の基板が第1カセット (n) の基板を追い越すという干渉が生じて、タクト管理が不可能となるといった問題や両カセット (n 、 $n+1$) のウエハフローが混乱するといった問題が発生するので、このような問題を未然に防止したものである。

【0153】処理ポジション差 A_n の具体的計算方法は、第1実施例の図10のステップS22の説明や表1及び表2の説明で開示した方法と同様であるので詳細な説明を省略する。なお、表1及び表2の読替えにおいて、先のカセット (n) が被割り込み側に対応し、後のカセット ($n+1$) が割り込み側に対応する。

【0154】次に、図27に示すように、被割り込みロットである第1カセット ($n=1$) とこれに対して異種フローの関係にある割り込みロットである第2カセット ($n+1=2$) とに関して、これら一対のカセット (n 、 $n+1$) のウエハフローにおいて共通して使用されている基板処理部(ユニット)で先の被割り込み側の第1カセット (n) の基板が並行処理されるか否かを判別する(ステップS1023)。このような判別を行うのは、以下に詳細に説明するが、並行処理を行う基板処理部(ユニット)で被割り込み側の第1カセット (n) の基板と割り込み側の第2カセット ($n+1$) の基板とが衝突することを防止したものである。

【0155】並行処理がない場合は、図28に示すように、被割り込みロットである第1カセット ($n=1$) とこれに対して異種フローの関係にある割り込みロットである第2カセット ($n+1=2$) とに関して、これら一対のカセット (n 、 $n+1$) のウエハフローの最大フローステップ差 B_n を求める(ステップS1024)。この最大フローステップ差 B_n は、一対のカセット (n 、 $n+1$) のウエハフローがそれぞれ占有する基板処理部(ユニット)に処理順に順位(フローステップ)をつけた場合に、共通して使用されている基板処理部(ユニット)間における順位(フローステップ)の差(フローステップ差 B_m) の最大値で与えられる(「 m 」は、共通して使用される基板処理部の識別のための添字)。この場合、フローステップ差 B_m が負の場合、 $B_m=0$ とする。なお、ここでは、インデクサーINDからの搬出処理をフローステップに含めて計算しているが、インデクサーINDからの搬出処理をフローステップに含めないで計算してもよい。このような最大フローステップ差 B_n を求めるのは、先の被割り込み側の第1カセット (n) の基板の処理と後の割り込み側の第2カセット ($n+1$) の基板の処理とが衝突することを主に防止したもので、第2カセット ($n+1$) の基板の処理が第1カセット (n) の基板の処理を追い越すことを防止することにもなる。すなわち、第1カセット (n) よりも第2カセット ($n+1$) のフローステップが小さくなる基板処理部がある場合、この差分の最大値以上後の第2カセット ($n+1$) の処理を待機させなければ、後の割り込み側の第2カセット ($n+1$) の基板が先の被割り込み側の第1カセット (n) の基板と衝突するという干渉が生じて、タクト管理が不可能となるといった問題等を防止したものである。

【0156】このように平行処理がない場合、フロース

テップ差 B_m 及び最大フローステップ差 B_n の具体的計算方法は、第1実施例の図11のステップS24の説明や表3～表6の説明で開示した方法と同様であるので詳細な説明を省略する。なお、表3～表6の読替えにおいて、先のカセット(n)が被割り込み側に対応し、後のカセット(n+1)が割り込み側に対応する。

【0157】並行処理がある場合は、図28に示すように、並行処理がない場合と同様にして求めたフローステップのうち、並行処理のある基板処理部(ユニット)に関するものにつき、(並行処理数-1)を加算して新たにフローステップとする(ステップS1025)。その後、得られたフローステップの差としてフローステップ差 B_m を求め、これらの最大値として最大フローステップ差 B_n を得る(ステップS1024)。最大フローステップ差 B_n を求める過程で、並行処理のある基板処理部(ユニット)につき(並行処理数-1)を加算したフローステップを用いるのは、並行処理のある基板処理部(ユニット)で後の割り込み側の第2カセット(n+1)の基板の処理と先の被割り込み側の第1カセット(n)の基板の処理とが衝突することを防止したものである。ここで-1の項は、並行処理のある基板処理部(ユニット)のいずれに第1カセット(n)の最後の基板が残っているかわからない場合にも、両カセット(n、n+1)間で干渉の問題が生じないように安全をとったものである。

【0158】このように平行処理がある場合、フローステップ差 B_m 及び最大フローステップ差 B_n の具体的計算方法は、第1実施例の図11のステップS25、S24の説明や表7～表9の説明で開示した方法と同様であるので詳細な説明を省略する。なお、表7～表9の読替えにおいて、先のカセット(n)が被割り込み側に対応し、後のカセット(n+1)が割り込み側に対応する。もっとも、表9と表8は前後の順番を入れ換えただけに過ぎないので、割り込み側のカセットが1つだけの時は、いずれか一方を割り込み開始の際の最大フローステップ差 B_n とすると、他方は、後に問題となる割り込み終了の際の投入待機サイクル W_n の計算に際して算出する最大フローステップ差 B_n となる関係にある。

【0159】最後に、図28に示すように、処理ポジション差 A_n と最大フローステップ差 B_n の中で最大値 $W_n = W_1$ を求める(ステップS1026)。この最大値 W_n は、被割り込み側及び割り込み側の両カセット(n、n+1)の基板の干渉を防止すべく後の割り込み側の第2カセット(n+1)の基板の投入を制限すべき循環搬送の回数、すなわち投入待機サイクルとなっている。

【0160】再び図21に戻って、タクトタイム $T_n = T_1$ の経過を待って、投入待機サイクル $W_n = W_1$ が1以上か否かを判別する(ステップS1035)。

【0161】ステップS1035で投入待機サイクル $W_n = W_1$ が1以上で割り込み側の第2カセット(n+1)の投入が制限されると判定された場合、図22に示すよう

に待機タイムをスタートさせる(ステップS1037)。次に、タクトタイムをスタートさせる(ステップS1038)。次に、被割り込み側の第1カセット(n)の基板30の1サイクルの循環搬送を行わせる(ステップS1039)。この場合、割り込み側の第2カセット(n+1)は待機状態となる。次に、第1カセット(n)の中断前の最後の基板30についての($W_{n+1} = W_1 + 1$)回目の循環搬送かどうかを判別する(ステップS1040)。該当しない場合、タクトタイム $T_n = T_1$ の経過を待ってステップS1038に戻り、同様の動作を繰返し、第1カセット(n=1)の中断前の最後の基板30の処理を順次進行させる。

【0162】ステップS1040で第1カセット(n=1)の中断前の最後の基板30についての($W_{n+1} = W_1 + 1$)回目の循環搬送と判別された場合、割り込み側の第2カセット(n+1)の基板30の待機状態を解除すべく、待機タイム($W_n \times T_n = W_1 \times T_1$)の経過を待つ。次に、投入待機サイクル $W_n = W_1$ が標準待機サイクル W_{max} 未満かどうかを判別する(S1042)。標準待機サイクル W_{max} とは、前の被割り込み側のカセットの中断前の残りの基板の処理が全部終了するまで後の割り込み側のカセットの基板処理を待機させる場合の待機中のサイクル数を示し、この場合第1カセット(n=1)のウエハフローの総ポジション数(インデクサーINDを含む)から1を引いた値となる。

【0163】ステップS1042で投入待機サイクル $W_n = W_1$ が標準待機サイクル W_{max} 未満と判別された場合、タクトタイムをスタートさせる(ステップS1043)。この際、タクトタイムTは、第1カセットのタクトタイム $T_n = T_1$ 及び第2カセットのタクトタイム $T_{n+1} = T_2$ のうち長い方とする。次に、第1及び第2カセット(n、n+1)の基板30の1サイクルの循環搬送を行わせる(ステップS1044)。この場合、搬送ロボット10は、第1及び第2カセット(n、n+1)の各基板30を混乱無く循環搬送させ得るように動作する。すなわち、搬送ロボット10を両カセット20のウエハフローに含まれる処理に対応する全ての基板処理部(ユニット)にアクセスするように巡回させる。次に、第1カセット(n)の最後の基板30についての最後の循環搬送かどうかを判別する(ステップS1045)。該当しない場合、タクトタイムTの経過を待ってステップS1043に戻り、同様の動作を繰返し、第1及び第2カセット(n、n+1)の基板30の処理を順次並列的に進行させる。

【0164】ステップS1045で第1カセット(n)の最後の基板30についての最後の循環搬送と判別された場合、タクトタイムTの経過を待って、図23に示すように、第2カセット(n+1)が最後の割り込みカセットかどうかを判別する(ステップS1048)。ステップS1048で最後の割り込みカセットでないとは判別された場合、次の割り込みカセットである第3カセットを投入すべ

く、カセットの番号 n と投入待機サイクル W_n とを更新する(ステップS1054)。次に、タクトタイマをスタートさせ(ステップS1059)、第2カセット($n=2$)の残りの基板30の1サイクルの循環搬送を搬送ロボット10に行わせる(ステップS1060)。次に、第2カセット($n=2$)の最後の基板30についての最後の循環搬送かどうかを判別する(ステップS1061)。この場合、該当しないのでタクトタイム T_2 の経過を待ってステップS1059に戻り、同様の動作を繰返し、第2カセット($n=2$)の残りの基板30の処理を順次進行させる。ステップS1061で最後の基板30についての最初の循環搬送と判別された場合、タクトタイム $T_n=T_2$ の経過を待って図21のステップS1020に戻る。このステップS1020では、次の割り込みロットである第3カセット($n+1=3$)の連続処理を実行するために必要な値、すなわち投入待機サイクル W_n 等を決定する。以後、図21〜図23に示すステップS1035〜S1048に基づいて、第2及び第3カセット($n=2$ 、 $n+1=3$)を最小の待機時間で連続して処理する。さらに、ステップS1048で、最後の割り込みロットのカセットでないと判別された場合、カセットの番号を加算等し(ステップS1054)、第3カセット($n=3$)と第4カセット($n+1=4$)を連続して処理する(ステップS1059〜S1061、S1020、S1035〜S1048)。このような動作を最後の割り込みカセットまで繰返す。

【0165】なお、図21のステップS1036で投入待機サイクル $W_n=W_1$ が1未満(すなわち0)で割り込み側の第2カセット($n+1=2$)の投入が制限されないと判定された場合、図22のステップS1043に進み、タクトタイマをスタートさせ、ステップS1044で第1カセット($n=1$)の残りの基板30と第2カセット($n+1=2$)の最初の基板30とについて1サイクルの循環搬送を行わせる(ステップS1044)。次に、ステップS1045で第1カセット($n=1$)の最後の基板30についての最後の循環搬送かどうかを判別し、該当しない場合は、タクトタイム T の経過を待ってステップS1043に戻る。このような動作を繰返して、第1カセット($n=1$)の最後の基板30についての最後の循環搬送と判定した場合、タクトタイム T の経過を待って図23のステップS1048に進む。

【0166】また、図22のステップS1042で投入待機サイクル W_1 が W_{max} の場合、被割り込み側の第1カセット($n=1$)の基板処理が全部終了するまで割り込み側の第2カセット($n+1=2$)の投入が制限されるものとして、直ちに図23のステップS1048に進み、第2カセット($n+1=2$)が最後の割り込みカセットであるかを判別する。以後、上記と同様の手順によって第2カセット($n+1=2$)の基板30の処理を順次進める。

【0167】図23のステップS1048で最後の割り込み

カセットと判断された場合、図24に示すように、カセットの番号 n と投入待機サイクル W_n とを更新する(ステップS1154)。次に、タクトタイマをスタートさせる(ステップS1131)。例えば第2カセット($n+1=2$)が最後の割り込みカセットである場合、タクトタイム T_n は T_2 となる。次に、割り込み側の第2カセット($n=2$)の残りの基板30の1サイクルの循環搬送を搬送ロボット10に行わせる(ステップS1132)。次に、第2カセット($n=2$)の最後の基板30の最初の循環搬送かどうかを判別する(ステップS1134)。該当しない場合、タクトタイム $T_n=T_2$ の経過を待ってステップS1131に戻り、同様の動作を繰返し、割り込み側の第2カセット($n=2$)の残りの基板30の処理を順次進行させる。ステップS1134で第2カセット($n=2$)の最後の基板30の最初の循環搬送と判別された場合、第2カセット($n=2$)の割り込み処理を終了して被割り込み側の第1カセット($n+1=3$)の中断を解消するために必要な値、すなわち投入待機サイクル W_n 等を決定する(ステップS1120)。このステップS1120は前述したステップS1020に対応し、ステップS1020と同様な図27及び図28に示す処理を行いつつ投入待機サイクル W_n 等を決定する。以後、図24のステップS1135と図25のステップS1137〜S1148とに示すように、第2及び第1カセット($n=2$ 、 $n+1=3$)を最小の待機時間で連続して処理する。なお、図24のステップS1135と図25のステップS1137〜S1145とは、図21のステップS1035と図22のステップS1037〜S1045とに対応するので詳細な説明を省略する。

【0168】図25のステップS1145で割り込み側の第2カセット(n)の最後の基板30についての最後の循環搬送と判別された場合、タクトタイム T の経過を待って、図26に示すように、タクトタイマをスタートさせ(ステップS1149)、被割り込み側の第1カセット($n+1=3$)の残りの基板30の1サイクルの循環搬送を搬送ロボット10に行わせる(ステップS1150)。次に、第1カセット($n+1=3$)の最後の基板30についての最後の循環搬送かどうかを判別する(ステップS1151)。この場合、該当しないのでタクトタイム $T_n=T_1$ の経過を待ってステップS1149に戻り、同様の動作を繰返し、第1カセット($n+1=3$)の残りの基板30の処理を順次進行させる。ステップS1151で最後の基板30についての最初の循環搬送と判別された場合、タクトタイム $T_n=T_1$ の経過を待って被割り込みロットである第1カセット($n+1=3$)の処理を終了する。

【0169】以下、第3実施例の基板処理装置の具体的な動作例について説明する。

【0170】表20は、第3実施例の装置によって、第1実施例で説明した表1に対応する一対の異種フローのうち、先の第1カセット(n)の処理中に、後の第2カセット($n+1$)を割り込ませた場合におけるフロー接

続部（割り込み開始ゾーン）のウエハ処理サイクルを示し、表21は、第3実施例の装置によって、第2カセット（ n' ）の割り込み処理終了後に、第1カセット（ $n' + 1$ ）の処理を再開させた場合におけるフロー接続部（割り込み終了ゾーン）でのウエハ処理サイクルを示す。この表では、インデクサーINDのウエハ受渡しポジションから未処理の基板30を取り出し、搬送ロボ*

* ヲット10が基板処理部（ユニット）を一巡して、再び処理済基板30がインデクサーINDに戻って来た状態での基板処理部（ユニット）における基板30の有無が示される。

【0171】

【表20】

第3実施例（フレックスフロー）のウエハ処理サイクル

| カセットn カセットn+1 | ① IND ① | ② HP1 ② | ③ CP ③ | ④ SC ④ | ⑤ HP2 ⑤ | ⑥ HP3 ⑥ | ⑦ IND ⑦ | |
|------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--|
| 処理サイクル 1 | B | (A) | A | A | A | X | A | カセットnのカセットエンドウエハ(A)を送出後すぐにカセットn+1がスタート |
| 2 | B | B | (A) | A | A | X | A | |
| 3 | B | B | B | (A) | A | X | A | |
| 4 | B | B | B | B | (A) | X | A | |
| 5 | B | B | B | B | X | B | (A) | カセットエンドウエハ(A)をINDに渡す 次サイクルで途切れることなくカセットn+1のウエハがINDに渡される |
| 6 | B | B | B | B | X | B | B | |

【0172】

※ ※ 【表21】

第3実施例（フレックスフロー）のウエハ処理サイクル

| カセットn' カセットn'+1 | ① IND ① | ② HP1 ② | ③ CP ③ | ④ SC ④ | ⑤ HP2 ⑤ | ⑥ HP3 ⑥ | ⑦ IND ⑦ | |
|--------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---|
| 処理サイクル 1' | A | (B) | B | B | X | B | B | カセットn'のカセットエンドウエハ(B)を送出後すぐにカセットn'+1がスタート |
| 2' | A | A | (B) | B | X | B | B | |
| 3' | A | A | A | (B) | X | B | B | |
| 4' | A | A | A | A | X | (B) | B | |
| 5' | A | A | A | A | A | X | (B) | カセットエンドウエハ(B)をINDに渡す 次サイクルで途切れることなくカセットn'+1のウエハがINDに渡される |
| 6' | A | A | A | A | A | X | A | |

【0173】ここで、Aは被割り込み側の第1カセット（ n または $n' + 1$ ）の基板30が存在することを、Bは割り込み側の第2カセット（ $n + 1$ または n' ）の基板30が存在することを、Xは基板30が存在しないことを示す。なお、(A)は第1カセット（ n ）の最後の基板30が存在することを意味し、(B)は第2カセット（ n' ）の最後の基板30が存在することを意味する。

【0174】表からも明らかなように、第1カセット（ n ）の処理中に、異種フローの割り込みロットである第2カセット（ $n + 1$ ）の基板処理を途切れることなく割り込ませることができるとともに、第2カセット

（ n' ）の割り込み処理終了後に、第1カセット（ $n' + 1$ ）の基板処理を途切れることなく再開することができる。よって、割り込み側の第2カセット（ $n + 1$ ）の基板の投入を待機させたり被割り込み側の第1カセット（ $n' + 1$ ）の基板の投入を待機させたりることによって生じていた時間ロスをなくすることができる。

【0175】表22及び表23は、第1実施例で説明した表1に示す一対の異種フローのカセット（ n 、 $n + 1$ ）の基板を従来例の装置によって割り込み処理した場合のウエハ処理サイクルを示す。

【0176】

【表22】

従来のウエハ処理サイクル

| カセットn カセットn+1 | ① IND ① | ② HP1 ② | ③ CP ③ | ④ SC ④ | ⑤ HP2 ⑤ | HP3 ⑥ | ⑥ IND ⑥ | |
|------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|---------------|----------|---------------|---|
| 処理サイクル 1 | (A) | A | A | A | A | X | A | カセットエンドウエハ(A)を インデクサに渡す カセットエンドウエハをカセットに収納 した後カセットn+1がスタートする |
| 2 | X | (A) | A | A | A | X | A | |
| 3 | X | X | (A) | A | A | X | A | |
| 4 | X | X | X | (A) | A | X | A | |
| 5 | X | X | X | X | (A) | X | A | |
| 6 | X | X | X | X | X | X | (A) | |
| 7 | B | X | X | X | X | X | X | |
| 8 | B | B | X | X | X | X | X | |
| 9 | B | B | B | X | X | X | X | |
| 10 | B | B | B | B | X | X | X | |
| 11 | B | B | B | B | X | B | X | |
| 12 | B | B | B | B | X | B | B | |

【0177】

* * 【表23】

従来のウエハ処理サイクル

| カセットn' カセットn'+1 | ① IND ① | ② HP1 ② | ③ CP ③ | ④ SC ④ | ⑤ HP2 ⑤ | HP3 ⑥ | ⑥ IND ⑥ | |
|--------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|---------------|----------|---------------|--|
| 処理サイクル 1' | (B) | B | B | B | X | B | B | カセットエンドウエハ(B)を インデクサに渡す カセットエンドウエハをカセットに収納 した後カセットn'+1がスタートする |
| 2' | X | (B) | B | B | X | B | B | |
| 3' | X | X | (B) | B | X | B | B | |
| 4' | X | X | X | (B) | X | B | B | |
| 5' | X | X | X | X | X | (B) | B | |
| 6' | X | X | X | X | X | X | (B) | |
| 7' | A | X | X | X | X | X | X | |
| 8' | A | A | X | X | X | X | X | |
| 9' | A | A | A | X | X | X | X | |
| 10' | A | A | A | A | X | X | X | |
| 11' | A | A | A | A | A | X | X | |
| 12' | A | A | A | A | A | X | A | |

【0178】表からも明らかなように、第1カセット(n)の処理中に第2カセット(n+1)を割り込ませるに際して、第2カセット(n+1)の基板の投入を5サイクル分待機させることとなり、表20の第3実施例に比較して5サイクル分だけ待機時間が増大する。さらに、第2カセット(n')の割り込み終了後に第1カセット(n'+1)の処理を再開させるに際して、第1カセット(n+1)の基板の投入を5サイクル分待機させ

ることとなり、表21の第3実施例に比較して5サイクル分だけ待機時間が増大する。よって、従来の装置では第3実施例の装置に比較して合計10サイクル分の遅延時間が生じてしまう。

【0179】表24は、従来例と第3実施例の装置の割り込み処理によって生じる遅延時間の比較を示す。

【0180】

【表24】

| | 投入制限が必要な サイクル数 | 時間ロス |
|---------------------|-------------------|-----------|
| 従来 | 5+5 | 300秒+300秒 |
| 第3実施例 (フレックスフロー) | 0 | 0秒 + 0秒 |

【0181】なお、時間ロスの計算において、第1及び第2カセットのウエハ処理におけるタクトタイムをとものに60秒で同一としてある。

【0182】図29は、参考のため、表20から表23に示すウエハ処理のフロー及びタイミングを具体的に図示したものである。図29(a)は、割り込み処理の開始時におけるウエハ処理を示し、図29(b)は、割り込み処理の終了時におけるウエハ処理を示す。ここで、横軸は、時間すなわちサイクルに対応し、縦軸は、基板処理部(ユニット)を示す。図29(a)において、太い実線は、被割り込み側の第1カセット(n)の割り込み処理の開始時における最後の基板30の処理タイミングを示し、点線は、第3実施例の装置において割り込みロットとして投入される第2カセット(n+1)の最初の基板30の処理タイミングを示し、一点鎖線は、従来例の装置において割り込みロットとして投入されるカセットの最初の基板30の処理タイミングを示す。また、図29(b)において、点線は、第3実施例の装置において割り込みロットとして投入される第2カセット

(n')の最後の基板30の処理タイミングを示し、太い実線は、第3実施例の装置において割り込み処理の終了時に処理を再開する第1カセット(n'+1)の最初*

*の基板30の処理タイミングを示し、一点鎖線は、従来例の装置において割り込みロットとして投入されるカセットの最後の基板30の処理タイミングを示し、細い実線は、従来例の装置において割り込み処理の終了時に処理を再開する被割り込み側の最初の基板30の処理タイミングを示す。図からも明らかなように、実線で示す第3実施例の処理では、待機サイクルが生じていない。その一方、細い実線で示す従来例の処理では、合計10回分の待機サイクルが生じる。

【0183】表25は、第3実施例の装置によって、第1実施例で説明した表2に示す一対の異種フローのうち、先の第1カセット(n)の処理中に、後の第2カセット(n+1)を割り込ませた場合におけるフロー接続部(割り込み開始ゾーン)でのウエハ処理サイクルを示し、表26は、第3実施例の装置によって、第2カセット(n')の割り込み処理の終了後に、第1カセット(n'+1)の基板処理を再開させた場合におけるフロー接続部(割り込み終了ゾーン)でのウエハ処理サイクルを示す。

【0184】

【表25】

第3実施例(フレックスフロー)のウエハ処理サイクル

| カセットn カセットn+1 | ① IND ① | ② HP1 | ③ CP | ④ SC ② | ⑤ HP2 ③ | ⑥ IND ④ | |
|------------------|---------------|----------|---------|--------------|---------------|---------------|------------------------------------|
| 処理サイクル 1 | X | (A) | A | A | A | A | |
| 2 | X | X | (A) | A | A | A | |
| 3 | B | X | X | (A) | A | A | 2枚分ウエハを空けてカセットn+1がスタート |
| 4 | B | X | X | B | (A) | A | |
| 5 | B | X | X | B | B | (A) | カセットエンドウエハ(A)をINDに渡す |
| 6 | B | X | X | B | B | B | 次サイクルで途切れることなくカセットn+1のウエハがINDに渡される |

【0185】

【表26】

第3実施例（フレックスフロー）のウエハ処理サイクル

| カセットn' カセットn'+1 | ① IND ① | ② HP1 ② | ③ CP ③ | ④ SC ④ | ⑤ HP2 ⑤ | ⑥ IND ⑥ | |
|--------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|---------------|---------------|--|
| 処理サイクル 1' | (B) | X | X | B | B | B | |
| 2' | A | X | X | (B) | B | B | カセットn'のカセットエンドウエハ (B) を 送出後すぐにカセットn'+1がスタート |
| 3' | A | A | X | X | (B) | B | |
| 4' | A | A | A | X | X | (B) | カセットエンドウエハ (B) をINDに渡す |
| 5' | A | A | A | A | X | X | |
| 6' | A | A | A | A | A | X | INDに戻るウエハは2サイクル分空く |

【0186】表からも明らかなように、被割り込み側の第1カセット(n)の処理中に、異種フローの割り込みロットである第2カセット(n+1)の基板処理を連続的に割り込ませることができるとともに、割り込み側の第2カセット(n')の割り込み処理の終了後に、被割り込み側の第1カセット(n'+1)の基板処理を途切れることなく再開することができる。ただし、処理ポジ

* (n+1)の割り込み処理開始に際して2サイクル分待機が生じる。

【0187】表27及び表28は、第1実施例で説明した表2に示す一対の異種フローのカセット(n、n+1)の基板を従来例の装置によって割り込み処理した場合のウエハ処理サイクルを示す。

【0188】

【表27】

従来のウエハ処理サイクル

| カセットn カセットn+1 | ① IND ① | ② HP1 ② | ③ CP ③ | ④ SC ④ | ⑤ HP2 ⑤ | ⑥ IND ⑥ | |
|------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---|
| 処理サイクル 1 | X | (A) | A | A | A | A | |
| 2 | X | X | (A) | A | A | A | |
| 3 | X | X | X | (A) | A | A | |
| 4 | X | X | X | X | (A) | A | |
| 5 | X | X | X | X | X | (A) | カセットエンドウエハ (A) をインデクサに 渡す |
| 6 | B | X | X | X | X | X | カセットエンドウエハをカセットに収納した 後カセットn+1がスタートする |
| 7 | B | X | X | B | X | X | HP1/CP1はパスしSCにウエハを置く |
| 8 | B | X | X | B | B | X | |
| 9 | B | X | X | B | B | B | INDに戻るウエハは3サイクル分空く |

【0189】

【表28】

従来のウエハ処理サイクル

| カセットn' | ① IND | HP1 | CP | ② SC | ③ HP2 | ④ IND | |
|----------|----------|-----|----|---------|----------|----------|--------------------------------------|
| カセットn'+1 | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | |
| 処理サイクル | | | | | | | |
| 1 | (B) | X | X | B | B | B | |
| 2 | X | X | X | (B) | B | B | |
| 3 | X | X | X | X | (B) | B | |
| 4 | X | X | X | X | X | (B) | カセットエンドウエハ(B)をインデクサに渡す |
| 5 | A | X | X | X | X | X | カセットエンドウエハをカセットに収納した後カセットn'+1がスタートする |
| 6 | A | A | X | X | X | X | |
| 7 | A | A | A | X | X | X | |
| 8 | A | A | A | A | X | X | |
| 9 | A | A | A | A | A | X | INDに戻るウエハは5サイクル分空く |

【0190】表からも明らかなように、割り込み側の第2カセット(n+1)の割り込み処理の開始に際して最初の基板の投入を5サイクル分待機させることとなり、被割り込み側の第1カセット(n'+1)の処理再開に際して最初の基板の投入をさらに3サイクル分待機させることとなる。よって、従来の装置では第3実施例の装*

*置に比較して合計6サイクル分の遅延時間が生じてしまう。

20 【0191】表29は、従来例と第3実施例の装置の割り込み処理によって生じる遅延時間の比較を示す。

【0192】

【表29】

| | 投入制限が必要な サイクル数 | 時間ロス |
|----------|-------------------|-----------|
| 従来 | 5+3 | 300秒+180秒 |
| フレックスフロー | 2+0 | 120秒+ 0秒 |

【0193】なお、時間ロスの計算において、第1及び第2カセットのウエハ処理におけるタクトタイムをともに60秒で同一としてある。

【0194】表30は、第3実施例の装置によって、第1実施例で説明した表7に示す一対の異種フローのうち、先の第1カセット(n)の処理中に、後の第2カセット(n+1)を割り込ませた場合におけるフロー接続部(割り込み開始ゾーン)でのウエハ処理サイクルを示

30 す。また、表31は、第3実施例の装置によって、第2カセット(n')の割り込み処理終了後に、第1カセット(n'+1)の基板処理を再開させた場合におけるフロー接続部(割り込み終了ゾーン)でのウエハ処理サイクルを示す。なおこの場合、第1カセット(nまたはn'+1)のウエハフローに並行処理が含まれる。

【0195】

【表30】

並行処理が含まれる場合のウェハ処理サイクル Wn=5

| カセット n | ① | ② (④) | ② (④) | ② (④) | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ |
|-------------|-----------------|----------|----------|----------|-----|-----|-----|-----|------------------|
| カセット n+1 | IND (L) ① | a | b | c | d | e | f | g | IND (UL) ⑥ |
| 処理サイクル 1 | X | A | A | (A) | A | A | A | A | A |
| * 2 | X | X | A | (A) | A | A | A | A | A |
| 3 | X | X | X | (A) | A | A | A | A | A |
| 4 | X | X | X | X | (A) | A | A | A | A |
| 5 | X | X | X | X | X | (A) | A | A | A |
| 6 | B | X | X | X | X | X | (A) | A | A |
| * 7 | B | X | X | X | X | X | B | (A) | A |
| 8 | B | X | X | X | X | X | B | B | (A) |
| 9 | B | X | X | X | X | B | B | B | X |
| 10 | B | B | X | X | X | B | B | B | X |
| 11 | B | B | X | X | X | B | B | B | B |
| 12 | B | B | X | X | X | B | B | B | B |

【0196】

* * 【表31】

並行処理が含まれる場合のウェハ処理サイクル Wn=3

| カセット n' | ① IND (L) | ⑤ a | b | c | d | ④ e | ② f | ③ g | ⑧ IND (UL) |
|--------------|-----------------|--------|---|---|---|--------|--------|--------|------------------|
| カセット n'+1 | ① | ② | ② | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ |
| 処理サイクル 1' | X | B | X | X | X | B | (B) | B | B |
| * 2' | X | B | X | X | X | B | X | (B) | B |
| 3' | X | B | X | X | X | (B) | X | X | B |
| 4' | A | (B) | X | X | X | X | X | X | B |
| * 5' | A | A | X | X | X | X | X | X | (B) |
| 6' | A | A | A | X | X | X | X | X | X |
| 7' | A | A | A | A | X | X | X | X | X |
| 8' | A | A | A | A | A | X | X | X | X |

【0197】表からも明らかなように、割り込み処理開始に際して、第2カセット (n+1) の基板の投入を5サイクル分待機させることとなり、8サイクル分待機させる従来例に比較して3サイクル分だけ待機時間が減少し、割り込み処理終了に際して、第1カセット (n'+1) の再開を3サイクル分待機させることとなり、5サイクル分待機させる従来例に比較して2サイクル分だけ待機時間が減少する。よって、従来の装置では第3実施例の装置に比較して合計5サイクル分の遅延時間が生じてしまう。

【0198】上記第3実施例では、基板処理部（ユニット）としてインタフェース用バッファが含まれない場合について説明してきた。インタフェース用バッファとは、基板処理装置の外部に接続されるステッパ等の外部装置とのインタフェースのための装置のことをいう。一般に、ステッパ等の外部装置は、それに固有のサイクルタイムで動作しているため、第3実施例の基板処理装置のタクトタイムとの不一致により、タクト管理が不可能となる。したがって、このようなインタフェース用バッファを含むウェハフローの処理中に別のウェハフロ

一を割り込ませる場合、割り込み側のウエハフローのタクト管理が不可能となる。このような問題を解決するため、インタフェース用バッファ装置以降の被割り込みカセットのウエハフローと割り込みカセットのウエハフローとに関して、上記第3実施例の方法によって投入待機サイクル W_n を求めて（図27及び図28参照）、割り込みカセット側のウエハフローのタクト管理を可能にする。このような投入待機サイクル W_n の計算において、インタフェース用バッファは、基板30の搬出処理を行うインデクサーINDに置き換えて扱う。この場合、被

割り込み側のカセットのウエハフローのインタフェース用バッファ前の全ての処理が終了して、被割り込み側の

カセット20の最終の基板がインタフェース用バッファから搬出された段階で、タクト管理を開始し、投入待機サイクル W_n を計算し、或いは予め計算した投入待機サイクル W_n に基づいて、割り込み側のカセット20の待機と処理とを行う。

【0199】第1実施例で用いた表18を利用して説明

すると、先に投入する被割り込み側の第1カセット

(n)のウエハフローには、インタフェース用バッファ

での処理(IF-B)とスピンドベローパSDでの処理

(DEV)とが含まれる。この場合、処理ポジション差

$A_n = 0$ で、フローステップ差 $B_m = 1$ で、最大フロース

テップ差 $B_n = 1$ である。したがって、割り込み側のカ

セット(n+1)を投入する際の投入待機サイクル W_n

$= 1$ となる。なお、被割り込み側のカセット(n)を再

開する際の投入待機サイクル $W_n = 2$ となる。

【0200】また、上記第3実施例では、被割り込み側

のカセット20が並行処理を含む場合に、並行処理のある

基板処理部(ユニット)に関するものにつき、(並行

処理数-1)を加算して新たにフローステップとし、並

行処理のある基板処理部(ユニット)で被割り込み及び

割り込み側のカセット20の基板の処理が衝突すること

を防止している。しかし、これは最悪の状態に備えたも

のである。例えば、被割り込み側のカセット20の最後

の基板30が割り込み側のカセット20の基板と重複す

る基板処理部(ユニット)に入らない場合、被割り込み

側のカセット20の最後から2番目或いはそれ以前の基

板30の循環搬送に着目し、この基板処理部(ユニッ

ト)については、このような実質的に最後の基板30に

対するものとしてフローステップ差 B_m を求め(具体的

には、フローステップに、(並行処理数-2)、(並行

処理数-3)、…を加算し)、全体での投入待機サイク

ル W_n を減少させることもできる。なお、割り込み側の

カセット20の主に先頭側に並行処理が含まれる場合に

も、上記と同様の手法によってフローステップ差 B_m を

減少させ、全体での投入待機サイクル W_n を減少させる

ことができる。

【0201】第1実施例で用いた表19を利用して説明

すると、被割り込み側のカセット(n)の基板の処理

a、b、cは並行処理となっている。このような被割り込み側のカセット(n)の処理を中断して割り込み側のカセット(n+1)の基板の処理を接続する場合、図27及び図28のような計算方法では、投入待機サイクル $W_n = 2$ となる。一方、被割り込み側のカセット(n)の最後の基板30が処理cに対応する基板処理部(ユニット)で処理される場合、処理aでの衝突は最後から2番目以上の基板30で生じ得ることとなるので、投入待機サイクル W_n を減少させることができる。すなわち、

割り込み側のカセット(n+1)の投入サイクルを1サイ

クル早めることができる。

【0202】

【G. 第4実施例の基板処理装置の構成】第4実施例の

基板処理装置は、上記の第3実施例の場合と異なりタクト

管理を行わないが、その他の点で、第3実施例の基板

処理装置とはほとんど変わらない。したがって、その構成

は図5及び図6に示すものとはほぼ一致し、コントローラ

50に関してのみ相違するので、詳細な説明は動作の説明

の欄にゆずる。

【0203】

【H. 第4実施例の基板処理装置の動作】第4実施例の

基板処理装置の動作は、タクト管理を行わない点を除

き、第3実施例の基板搬送装置の動作と変わらない。

【0204】図30～図36は、第4実施例の基板処理

装置の動作の詳細を示したフローチャートである。

【0205】まず、図30に示すように、これから処理

する第1カセット(n=1)の基板の処理条件等を入力

する(ステップS1201)。次に、ステップS1201で与え

られた諸量に基づいて、第1カセット(n=1)の基板

の1サイクルの循環搬送を搬送ロボットに行わせる(ス

テップS1232)。次に、第1カセット(n=1)の処理

の中断指令があったかどうかを判別する(ステップS12

33)。第1カセット(n=1)の中断指令があった場合

には、以下に詳細に説明するように第1カセット(n=

1)の処理を一時的に中断してこれとは異種フローである

第2カセット(n+1=2)の基板処理を優先的に実行する

割り込み処理が行われるが、このような中断指令

がない場合には、第1カセット(n=1)の最後の基板

の最後の循環搬送かどうかを判別する(ステップS123

6)。該当しない場合、ステップS1232に戻って同様の

動作を繰返し、第1カセット(n=1)内の基板の処理

を順次進行させる。一方、第1カセット(n=1)の最

後の基板の最後の循環搬送に該当する場合、この基板で

第1カセット(n=1)の処理を終了する。

【0206】ステップS1233で第1カセット(n=1)の

処理中断の指令があったと判断された場合、図31に

示すように、被割り込み側の第1カセット(n=1)の中

断前の最後の基板の最初の循環搬送かどうかを判別す

る(ステップS1234)。中断前の最後の基板の最初の循

環搬送が始まっているときには、これから処理すべき異

61

種フローの割り込みロットである第2カセット ($n+1=2$) の割り込み処理を実行するために必要な投入待機サイクルを決定する(ステップS1220)。なお、投入待機サイクルの決定は図27及び図28に示す処理により行われる。次に、投入待機サイクル $W_n=W_1$ が1以上か否かを判別する(ステップS1235)。ステップS1235で投入待機サイクル $W_n=W_1$ が1以上で割り込み側の第2カセット ($n+1$) の投入が制限されると判定された場合、カウンタの値 $D=0$ として初期状態とする(ステップS1237)。次に、図32に示すように、被割り込み側の第1カセット ($n=1$) の基板の1サイクルの循環搬送を行わせる(ステップS1239)。この場合、割り込み側の第2カセット ($n+1=2$) は、処理開始が制限され待機状態となる。次に、カウンタの値 D に1を加算して(ステップS1240)、 D が投入待機サイクル $W_n=W_1$ 以上かどうかを判別する(ステップS1340)。該当しない場合、ステップS1239に戻り、同様の動作を繰返し、第1カセット ($n=1$) の最後の基板の処理を順次進行させる。

【0207】ステップS1340で D が投入待機サイクル $W_n=W_1$ 以上と判別された場合、第2カセット ($n+1$) の基板の待機状態を解除し、投入待機サイクル W_1 が標準待機サイクル W_{max} 未満かどうかを判別する(ステップS1242)。投入待機サイクル W_1 が標準待機サイクル W_{max} 未満と判別された場合、第1及び第2カセット ($n, n+1$) の基板の1サイクルの循環搬送を行わせる(ステップS1244)。次に、第1カセット ($n=1$) の最後の基板についての最後の循環搬送かどうかを判別する(ステップS1245)。該当しない場合、ステップS1244に戻り、同様の動作を繰返し、第1及び第2カセット ($n, n+1$) の基板の処理を順次並列的に進行させる。

【0208】ステップS1245で被割り込み側の第1カセット (n) の最後の基板についての最後の循環搬送と判別された場合、図33に示すように、割り込み側の第2カセット ($n+1$) が最後の割り込みカセットかどうかを判別する(ステップS1248)。ステップS1248で最後の割り込みカセットでないとは判別された場合、次の割り込みカセットである第3カセットを投入すべく、カセットの番号 n と投入待機サイクル W_n とを更新する(ステップS1254)。次に、第2カセット ($n=2$) の残りの基板の1サイクルの循環搬送を搬送ロボットに行わせる(ステップS1260)。次に、第2カセット ($n=2$) の最後の基板についての最後の循環搬送かどうかを判別する(ステップS1261)。この場合、該当しないのでステップS1260に戻って同様の動作を繰返し、第2カセット ($n=2$) の残りの基板の処理を順次進行させる。ステップS1261で最後の基板についての最初の循環搬送と判別された場合、図31のステップS1220に戻る。このステップS1220では図27及び図28に示す処理によって、次の割り込みロットである第3カセット ($n+1=$

62

3) の連続処理を実行するために必要な投入待機サイクル W_n を決定する。以後、図31～21に示すステップS1235～S1248に基づいて、第2及び第3カセット ($n=2, n+1=3$) を最小の待機時間で連続して処理する。このような動作を最後の割り込みカセットまで繰返す。

【0209】なお、図31のステップS1235で投入待機サイクル $W_n=W_1$ が1未満(すなわち0)で割り込み側の第2カセットの投入が制限されないと判定された場合、図32のステップS1244に進み、ステップS1244で第1カセット ($n=1$) の残りの基板と第2カセット ($n+1=2$) の最初の基板とについて1サイクルの循環搬送を行わせる(ステップS1244)。次に、ステップS1245で第1カセット ($n=1$) の最後の基板についての最後の循環搬送かどうかを判別し、該当しない場合はステップS1244に戻る。このような動作を繰返して、第1カセット ($n=1$) の最後の基板についての最後の循環搬送と判定した場合図33のステップS1248に進む。

【0210】また、図32のステップS1242で投入待機サイクル $W_n=W_1$ が W_{max} の場合、被割り込み側の第1カセット ($n=1$) の基板処理が全部終了するまで割り込み側の第2カセット ($n+1=2$) の投入が制限されるものとして、直ちに図33のステップS1248に進み、第2カセット ($n+1=2$) が最後の割り込みカセットであるか否かを判別する。

【0211】図33のステップS1248で最後の割り込みカセットと判断された場合、図34に示すように、カセットの番号 n と投入待機サイクル W_n とを更新する(ステップS1454)。次に、この場合最後の割り込みカセットである第2カセット ($n=2$) の基板の1サイクルの循環搬送を搬送ロボットに行わせる(ステップS1432)。次に、割り込み側の第2カセット ($n=2$) の最後の基板の最初の循環搬送かどうかを判別する(ステップS1434)。該当しない場合、ステップS1432に戻って同様の動作を繰返し、第2カセット ($n=2$) 内の基板の処理を順次進行させる。ステップS1434で第2カセット ($n=2$) の最後の基板の最初の循環搬送と判別された場合、第2カセット ($n=2$) の割り込み処理を終了し、被割り込みロットである第1カセット ($n+1=3$) の中断を解消するために必要な投入待機サイクル W_n を決定する(ステップS1420)。この場合も投入待機サイクルの決定は図27及び図28に示す処理により行われる。以後、図34のステップS1435、S1437と図35のステップS1439～S1445とに示すように、第2及び第1カセット ($n=2, n+1=3$) を最小の待機時間で連続して処理する。なお、図34のステップS1435、S1437と図35のステップS1439～S1445とは、図31のステップS1235、S1237と図32のステップS1239～S1245とに対応するので詳細な説明を省略する。

【0212】図35のステップS1445で、割り込みロ

トである第2カセット(n)の最後の基板についての最後の循環搬送と判別された場合、図36に示すように、被割り込みロットである第1カセット($n+1=3$)の残りの基板の1サイクルの循環搬送を搬送ロボットに行わせる(ステップS1450)。次に、第1カセット($n+1=3$)の最後の基板についての最後の循環搬送かどうかを判別する(ステップS1451)。この場合、該当しないのでステップS1450に戻って同様の動作を繰返し、第1カセット($n+1=3$)の残りの基板の処理を順次進行させる。ステップS1451で最後の基板についての最後の循環搬送と判別された場合、被割り込みロットである第1カセット($n+1=3$)の処理を終了する。

【0213】以上、第3実施例及び第4実施例に即してこの発明を説明したが、この発明は上記第3実施例及び第4実施例に限定されるものではない。例えば、投入待機サイクル W_n の計算方法は、フローステップ差 B_n 等と一致させる必要はない。すなわち、投入待機サイクル W_n がフローステップ差 B_n 等より大きければ、ロットの異なる前後カセットの追い越しがなくなり、カセット間の基板の処理が干渉する事態が生じず、また、投入待機サイクル W_n が標準待機サイクル(従来方法の場合の待機サイクル)未満であれば、スループットを向上させることができる。

【0214】また、上記第3実施例では、被割り込みカセットのタクトタイムとこれと異なるロットの割り込みカセットのタクトタイムとが異なる場合、装置内に有る両カセットのどちらか長い方のタクトタイムとしているが、これに限られるものではない。例えば、被割り込みカセットのタクトタイムが長い場合に、割り込みカセットのタクトタイムを被割り込みカセットに一致させることもできる。ただしこの場合、タクトタイムを長くしたことによって投入待機サイクルを標準待機サイクル未満とした効果が相殺されない範囲で両カセットを処理する。なお、両カセットのタクトタイムが同一の場合、両カセットを一定のサイクルタイム、すなわち一定のタクトタイムで処理することができる。

【0215】また、上記第3実施例及び第4実施例では、ウエハフローが異なる異種フローの割り込み処理の場合のみについて説明したが、同一のウエハフローであって基板の処理温度、処理時間、回転数、処理液等の各種プロセスデータやスループットが異なる異種レシピの割り込み処理の場合であっても、割り込み側のロットの投入時期を適宜サイクル単位で遅延させることにより、スループットを大きくすることができる。

【0216】

【1. 第5実施例の基板処理装置の構成】第5実施例の基板処理装置は、上記の第1実施例の変形例であり、フローが異なる複数の基板を順次処理する枚葉処理を行う点で、フローが異なるロットを接続して前後の各ロットの基板を連続処理する第1実施例と異なるが、その他の

点では、第1実施例の基板処理装置とほとんど変わらない。したがって、その構成は図7及び図8に示すものとほぼ一致し、コントローラ50に関してのみ相違するので、詳細な説明は動作の説明の欄にゆずる。

【0217】

【J. 第5実施例の基板処理装置の動作】図37～図41は、第5実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。この場合、基板処理装置は、タクト管理を行いつつ異種フローのロットの基板を枚葉処理する。

以下、図示のフローチャートを参照しつつ、基板30の搬送手順を中心に装置の動作について説明する。

【0218】予め、オペレータが、枚葉処理すべきカセット20の数、カセット20中の基板30の数、ウエハフロー、処理条件等とともに、枚葉処理の手順を入力する(ステップS2001)。ここで枚葉処理の手順とは、各カセット20中の各基板30につき、いずれのウエハフローや処理条件を選択して基板処理を実行するかの内容であり、枚葉処理の場合には、各基板30毎にその内容が異なる。なお、必要な場合は、装置を構成する各基板処理部の配置に関する情報や搬送ロボット10に関する情報をキーボード52を介して入力する。

【0219】次に、オペレータからの処理スタートの要求に応じ、ステップS2001で与えられた諸量に基づいて、これから枚葉処理すべき異種フローの各基板 k を処理するに際してのタクトタイム $\{T_k\}$ を決定する(ステップS2002)。ここで、枚葉処理におけるタクト管理は、一般に各基板のウエハフローが処理律速の場合であって各基板のウエハフローが温度条件等の時間を要素としない部分でのみ異なる場合に可能となる。なお、必要な場合、基板30の搬送順序、処理時間等に基づいて、搬送ロボット10の動作ルーチンの詳細や、各基板処理部(ユニット)での処理パターンの詳細を決定する。なお、タクトタイム T_k の添え字「 k 」は、これから枚葉処理すべき基板30に順番に付される通し番号で、1以上の整数となっている。

【0220】これと同時に、一連の枚葉処理の循環搬送開始前の準備として、カセット20から最初に処理すべき基板(この場合、 $k=1$)30が取り出されてインデクサIND内で搬出可能状態とされる。

【0221】次に、タクトタイムをスタートさせる(ステップS2031)。ここでタクトタイム T は、これから基板処理部(一連の処理開始直前のインデクサINDを除く；タクト管理において、インデクサINDは最後の工程の基板処理部として取り扱ったものである)に投入すべき基板30と、既に枚葉処理が開始され各基板処理部(一連の処理終了直前のインデクサINDを含む；タクト管理において、インデクサINDは最後の工程の基板処理部として取り扱ったものである)内にある基板30とを含む今回循環搬送予定の各基板30のタクトタイム $\{T_{k-r} (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$ のうち最長のもの

とする。なお、タクトタイム $\{T_{k-r}\}$ の添え字「 $k-r$ 」は、今回循環搬送予定の基板 30 の通し番号に対応する。また、 r は 1 以上 r_0 以下の整数の変数で、 r_0 は既に枚葉処理が開始され各処理部（一連の処理終了直前のインデクサを除く）内にある基板 30 の数に対応する。よって、タクトタイム T は、一般には $T_k, T_{k-1}, T_{k-2}, \dots, T_{k-r}$ の中から最長のものを選択することとなるが、この場合は最初の循環搬送であるから $T = T_1$ となる。

【0222】次に、基板 $\{k-r \ (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$ に関して 1 サイクルの循環搬送を搬送ロボット 10 に行わせる（ステップ S2032）。ここで搬送すべき基板 $\{k-r\}$ には、これから基板処理部に投入すべき基板 30 基板 k の他、既に枚葉処理が開始され各基板処理部内にある基板 $k-1, k-2, k-3, \dots, k-r_0$ が含まれている。もっとも、今回は最初の循環搬送であるから、第 1 基板 ($k=1$) のみの 1 サイクルの循環搬送を搬送ロボット 10 に行わせる（ステップ S2032）。その後、タクトタイム $T = T_1$ の経過を待って、投入待機サイクル $\{W_{k+1, k-r} \ (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$ を決定し、この投入待機サイクル $\{W_{k+1, k-r}\}$ の少なくとも 1 つが 1 以上か否かを判別する（ステップ S2035）。

【0223】投入待機サイクル $\{W_{k+1, k-r} \ (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$ は、枚葉処理中の各基板 30 に対する干渉を防止するために次の基板の投入を制限する待機サイクル数に対応する。すなわち、既に投入している先投入基板 30 に対応する基板 $\{k-r\}$ と、これから投入すべき後投入基板 30 に対応する基板 $\{k+1\}$ との処理の接続において、後投入の基板 $\{k+1\}$ の投入を投入待機サイクル $\{W_{k+1, k-r} \ (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$ だけ遅延させることによって、この基板 $\{k+1\}$ と先投入の基板 $\{k-r\}$ との処理における干渉を防止することができる。なお、以下に具体的に説明するが、投入待機サイクル $\{W_{k+1, k-r} \ (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$ は、①先投入の基板 $\{k-r\}$ と後投入の基板 $\{k+1\}$ とのウエハフローにおける処理ポジション差 A_{k-r} と、②先投入の基板 $\{k-r\}$ と後投入の基板 $\{k+1\}$ との最大フローステップ差 B_{k-r} (これらの重 A_{k-r}, B_{k-r} の定義は後述する) とのうち大きい方の値として与えられる。

【0224】図 40 及び図 41 は、ステップ S2035 での投入待機サイクル $\{W_{k+1, k-r}\}$ の算出の詳細を示したフローチャートである。

【0225】まず、現在基板処理部内にある先投入の各基板 $\{k-r\}$ と後投入の基板 $\{k+1\}$ とのウエハフローにおける処理ポジション差 $\{A_{k-r} \ (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$; ここで添字「 $k-r$ 」は、差を求める対象となる先投入の各基板 $\{k-r\}$ を識別するためのものである} を求める（ステップ S2022）。ここで処理ポジ

ション差 $\{A_{k-r} \ (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$ は、先投入の各基板 $\{k-r\}$ のウエハフローが占有する基板処理部（ユニット）の数（ポジション数）と、後投入の基板 $\{k+1\}$ のウエハフローが占有する基板処理部（ユニット）の数（ポジション数）との差（この差は、先投入の基板の数に対応して r_0+1 個ある）で与えられる。これらの差 $\{A_{k-r}\}$ のいずれかが負の場合、干渉の問題がそもそも発生しないことを意味するから、その処理ポジション差 $\{A_{k-r}\}$ は 0 とする。なお、ここではインデクサー IND での処理をポジション数に含めて計算しているが、インデクサー IND での処理をポジション数に含めないで計算してもよい。このような処理ポジション差 $\{A_{k-r}\}$ を求めるのは、後投入の基板 $\{k+1\}$ が先投入の各基板 $\{k-r\}$ を追い越すことを防止したものである。すなわち、先投入の各基板 $\{k-r\}$ よりも後投入の基板 $\{k+1\}$ のいずれかのポジション数が少ない場合、この差分のサイクルだけ後投入の基板 $\{k+1\}$ の処理開始を待機させなければ、後投入の基板 $\{k+1\}$ の基板が先投入の基板 $\{k-r\}$ のいずれかの基板を追い越すという干渉が生じて、タクト管理が不可能となるといった問題や各基板 $\{k-r\}$ 及び $\{k+1\}$ のウエハフローが混乱し、カセット 20 への基板 30 搬入が混乱するといった問題が発生するので、このような問題を未然に防止したものである。

【0226】各処理ポジション差 $\{A_{k-r}\}$ の具体的計算は、先投入の複数の基板 $\{k-r \ (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$ のウエハフローのそれぞれに対して実行する点を除き、第 1 実施例の図 10 のステップ S22 の説明や表 1 及び表 2 の説明で開示した計算と同様であるので詳細な説明を省略する。なお表 1 及び表 2 の読替えにおいて、先のカセット (n) は先投入の各基板 $\{k-r \ (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$ に対応し、後のカセット ($n+1$) は後投入の基板 $\{k+1\}$ に対応する。

【0227】次に、図 40 に示すように、現在基板処理部内にある先投入の基板 $\{k-r\}$ と後投入の基板 $\{k+1\}$ とのウエハフローにおいて共通して使用されている基板処理部（ユニット）で先投入の基板 $\{k-r\}$ の少なくとも 1 つが並行処理されるか否かを判別する（ステップ S2023）。このような判別を行うのは、以下に詳細に説明するが、並行処理を行う基板処理部（ユニット）で後投入の基板 $\{k+1\}$ と先投入の各基板 $\{k-r\}$ とが衝突することを防止したものである。

【0228】並行処理がない場合は、図 41 に示すように、現在基板処理部内にある先投入の各基板 $\{k-r\}$ と後投入の基板 $\{k+1\}$ のウエハフローの最大フローステップ差 $\{B_{k-r} \ (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$; ここで添字「 $k-r$ 」は、差を求める対象となる先投入の各基板 $\{k-r\}$ を識別するためのものである} を、先投入の各基板 $\{k-r\}$ ごとに求める（ステップ S2024）。この最大フローステップ差 $\{B_{k-r}\}$ は、先投入の各基板

10

20

30

40

50

{ $k-r$ }と後投入の基板($k+1$)のウエハフローがそれぞれ占有する基板処理部(ユニット)に処理順に順位(フローステップ)をつけた場合に、先投入の各基板{ $k-r$ }と後投入の基板($k+1$)との間で共通して使用されている基板処理部(ユニット)間における順位(フローステップ)の差(フローステップ差{ $B_{k-r,m}$ }の最大値で与えられる(「 $k-r$ 」は、差を求める対象となる先投入の各基板{ $k-r$ }を識別するための添字であり、「 m 」は、共通して使用される基板処理部の識別のための添字である)。

【0229】なお、フローステップ差{ $B_{k-r,m}$ }は、先投入の各基板{ $k-r$ }ごとにこれらと後投入の基板($k+1$)との間で共通して使用される基板処理部の数だけ存在する。このようにして得られた差{ $B_{k-r,m}$ }のいずれかが負の場合、干渉の問題がそもそも発生しないことを意味するから、その処理ポジション差{ $B_{k-r,m}$ }は0とする。また、最大フローステップ差{ B_{k-r} }は、先投入の各基板{ $k-r$ }ごとに求められる。さらに、ここでは、インデクサーINDからの搬出処理をフローステップに含めて計算しているが、インデクサーINDからの搬出処理をフローステップに含めないで計算してもよい。

【0230】このような最大フローステップ差{ B_{k-r} }を求めるのは、後投入の基板($k+1$)の処理と先投入の各基板($k-r$)の処理とが衝突することを主に防止したもので、後投入の基板($k+1$)の処理が先投入の各基板($k-r$)の処理を追い越すことを防止することにもなる。すなわち、先投入の各基板($k-r$)よりも後投入の基板($k+1$)のフローステップが小さくなる基板処理部がある場合、この差分の最大値以上、後投入の基板($k+1$)の処理を遅延させなければ、後投入の基板($k+1$)が先投入のいずれかの基板($k-r$)と衝突するという干渉が生じて、タクト管理が不可能となるといった問題等を防止したものである。

【0231】このように平行処理がない場合、フローステップ差{ $B_{k-r,m}$ }及び最大フローステップ差{ B_{k-r} }の具体的計算は、先投入の複数の基板{ $k-r$ ($r=0, 1, 2, \dots, r_0$)}のウエハフローのそれぞれに対して実行する点を除き、第1実施例の図11のステップS24の説明や表3～表6の説明で開示した計算と同様であるので詳細な説明を省略する。なお表3～表6の読替えにおいて、先のカセット(n)は先投入の各基板{ $k-r$ ($r=0, 1, 2, \dots, r_0$)}に対応し、後のカセット($n+1$)は後投入の基板($k+1$)に対応する。

【0232】並行処理がある場合は、図41に示すように、先投入の各基板{ $k-r$ ($r=0, 1, 2, \dots, r_0$)}のフローステップについて、並行処理がない場合と同様にして求めたフローステップのうちの並行処理のある基板処理部(ユニット)に関するものにつき、(並

行処理数-1)を加算して新たにフローステップとする(ステップS2025)。その後、得られたフローステップの差としてフローステップ差{ $B_{k-r,m}$ ($r=0, 1, 2, \dots, r_0$)}を先投入の各基板{ $k-r$ }ごとに求める。さらに、これらの最大値として最大フローステップ差{ B_{k-r} ($r=0, 1, 2, \dots, r_0$)}を、先投入の各基板{ $k-r$ }ごとに得る(ステップS2024)。最大フローステップ差{ B_{k-r} }を求める過程で、並行処理のある基板処理部(ユニット)につき(並行処理数-1)を加算したフローステップを用いるのは、並行処理のある基板処理部(ユニット)で後投入の基板($k+1$)の処理と先投入の基板($k-r$)の処理とが衝突することを防止したものである。ここで-1の項は、並行処理のある基板処理部(ユニット)のいずれに先投入の基板($k-r$)が残っているかわからない場合にも、先投入の基板($k-r$)と後投入の基板($k+1$)との間で干渉の問題が生じないように安全をとったものである。

【0233】このように平行処理がある場合、フローステップ差{ $B_{k-r,m}$ }及び最大フローステップ差{ B_{k-r} }の具体的計算は、先投入の複数の基板{ $k-r$ ($r=0, 1, 2, \dots, r_0$)}のウエハフローのそれぞれに対して実行する点を除き、第1実施例の図11のステップS25、S24の説明や表7～表9の説明で開示した計算と同様であるので詳細な説明を省略する。なお表7～表9の読替えにおいて、先のカセット(n)は先投入の各基板{ $k-r$ ($r=0, 1, 2, \dots, r_0$)}に対応し、後のカセット($n+1$)は後投入の基板($k+1$)に対応する。

【0234】最後に、図41に示すように、処理ポジション差{ A_{k-r} ($r=0, 1, 2, \dots, r_0$)}及び最大フローステップ差{ B_{k-r} ($r=0, 1, 2, \dots, r_0$)}のうちいずれか大きい方の値に対応する相対待機サイクル{ w_{k-r} ($r=0, 1, 2, \dots, r_0$)}を先投入の各基板{ $k-r$ }ごとに求め、これらの相対待機サイクル{ w_{k-r} ($r=0, 1, 2, \dots, r_0$)}から投入待機サイクル{ $W_{k+1,k-r}$ ($r=0, 1, 2, \dots, r_0$)}を求める(ステップS2026)。

【0235】ここで、相対待機サイクル{ $w_{k+1,k-r}$ }は、後投入の基板($k+1$)の処理と先投入の基板{ $k-r$ ($r=0, 1, 2, \dots, r_0$)}の処理との干渉を防止するため後投入の基板($k+1$)の投入を制限すべき循環搬送の回数を、先投入の各基板{ $k-r$ }を基準として表したものである。一方、投入待機サイクル{ $W_{k+1,k-r}$ }は、後投入の基板($k+1$)の処理と先投入の基板{ $k-r$ }の処理との干渉を防止するため後投入の基板($k+1$)の投入を制限すべき循環搬送の回数を、先投入の最後の基板(k)を基準として表したものである。

【0236】投入待機サイクル{ $W_{k+1,k-r}$ ($r=0, 1, 2, \dots, r_0$)}の算出に当たっては、相対待機サイ

10

20

30

40

50

クル $\{w_{k-r} (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$ に相関補正を施す。ここで相関補正とは、先投入の複数の基板 $\{k-r (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$ につき既に何回かの循環搬送が繰返されていることを考慮して、上記の相対待機サイクル $\{w_{k-r}\}$ を後投入の基板 $\{k+1\}$ の投入が先投入の最後の基板 $\{k\}$ に対して実効的に制限されるサイクル数 (投入待機サイクル $\{W_{k+1,k-r}\}$) に変換することを意味する。すなわち、基板 $\{k\}$ に対する投入待機サイクル $\{W_{k+1,k}\}$ と相対待機サイクル $\{w_k\}$ とは一致するが、基板 $\{k-1\}$ に対する投入待機サイクル $\{W_{k+1,k-1}\}$ は、相関待機サイクル $\{w_{k-1}\} - 1$ となっており、基板 $\{k-2\}$ に対する投入待機サイクル $\{W_{k+1,k-2}\}$ は、相関待機サイクル $\{w_{k-2}\} - 2$ となり、 \dots 、基板 $\{k-r_0\}$ に対する投入待機サイクル $\{W_{k+1,k-2}\}$ は、相関待機サイクル $\{w_{k-2}\} - r_0$ となっている。すなわち、一般的には、相関待機サイクル及び投入待機サイクルの間には $W_{k+1,k-2} = w_{k-2} - r_0$ の関係が成り立つ。ここで、 $-r_0$ の項は既に繰返されている循環搬送の回数分だけ相関関係が減少することを意味する。

【0237】図37のステップS2035で投入待機サイクル $\{W_{k+1,k-r}\}$ の少なくとも1つ (この場合、第1基板 $\{k=1\}$ の初回の循環搬送後であり、 $\{W_{k+1,k-r}\}$ は $W_{2,1}$ のみからなる) が1以上で次の第2基板 $\{k+1=2\}$ の投入が制限されると判定された場合、図38に示すように、タクトタイムをスタートさせる (ステップS2038)。タクトタイム T は、図37のステップS2031と同様に決定される。すなわち、タクトタイム T は、既に処理が開始され各基板処理部 (一連の処理終了直前のインデクサ IND を含む) 内にある今回循環搬送予定の各基板 $\{k-r (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$ のタクトタイム $\{T_{k-r} (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$ のうち最長のものとする。

【0238】次に、第1基板 $\{k=1\}$ の1サイクルの循環搬送を行わせる (ステップS2039)。この場合、第2基板 $\{k+1=2\}$ は、待機状態となる。次に、第1基板 $\{k=1\}$ についての $\{W_{k+1,k-r+1}\}$ 回目の循環搬送かどうかを判別する (ステップS2040)。この場合、第1基板 $\{k=1\}$ のみの循環搬送であり、 $\{W_{k+1,k-r+1}\}$ は $W_{2,1}+1$ のみからなり、具体的には第1基板 $\{k=1\}$ についての $W_{2,1}+1$ 回目の循環搬送かどうかが判別されることとなる。該当しない場合、タクトタイム T の経過を待ってステップS2038に戻り、同様の動作を繰返し、第1基板 $\{k=1\}$ の処理を順次進行させる。

【0239】ステップS2040で基板 $\{k=1\}$ についての $\{W_{k+1,k-r+1}\} = W_{2,1}+1$ 回目の循環搬送と判別された場合、第2基板 $\{k+1=2\}$ の待機状態が解除され、基板の番号 k が更新される (ステップS2041)。この待機状態の解除までに、ステップS2038からステッ

プS2040までの処理の繰返しによって第1基板 $\{k=1\}$ のみの循環搬送が $W_{2,1}$ 回繰返されることとなり、結果的に第2基板 $\{k+1=2\}$ の投入が投入待機サイクル $\{W_{k+1,k-r}\} = W_{2,1}$ だけ遅延する。

【0240】次に、ステップS2048に進み、次に処理すべき第2基板 $\{k=2\}$ が最後の基板であるか否かを判別する。最後の基板でないとは判別された場合、次の第2基板 $\{k=2\}$ の投入が可能になったものと判断し、図37のステップS2031に戻ってタクトタイムをスタートさせる。この際、第1基板 $\{k-1=1\}$ の処理が完了せず第1基板 $\{k-1=1\}$ が基板処理部内に残っているものと仮定すると、 $r_0=1$ となり、タクトタイム T は、第1基板 $\{k-1=1\}$ の処理を行う際のタクトタイム $T_{k-1} = T_1$ と第2基板 $\{k=2\}$ の処理を行う際のタクトタイム $T_k = T_2$ とのうちいずれか長い方となる。

【0241】次に、基板 $\{k-r (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$ に関して1サイクルの循環搬送を搬送ロボット10に行わせる (ステップS2032)。ここで、第1基板 $\{k-1=1\}$ の処理が完了せず第1基板 $\{k-1=1\}$ が基板処理部内に残っているものと仮定しているので、第1及び第2基板 $\{k-1, k\}$ の1サイクルの循環搬送が行われる。この場合、搬送ロボット10は、第1及び第2基板 $\{k-1, k\}$ を循環搬送させ得るように動作する。すなわち、搬送ロボット10を両基板 $\{k-1, k+1\}$ のウエハフローに含まれる処理に対応する全ての基板処理部 (ユニット) にアクセスするように巡回させる。

【0242】次に、タクトタイム T の経過を待って、投入待機サイクル $\{W_{k+1,k-r} (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$ の少なくとも1つが1以上か否かを判別する (ステップS2035)。投入待機サイクル $\{W_{k+1,k-r}\}$ の計算は、図40及び図41に示した通りである。ここで、第1基板 $\{k-1=1\}$ の処理が完了せず第1基板 $\{k-1=1\}$ が基板処理部内に残っているものと仮定しているので、投入待機サイクル $\{W_{k+1,k-r}\} = \{W_{3,2}, W_{3,1}\}$ の少なくとも1つが1以上で次の第3基板 $\{k+1=3\}$ の投入が制限されると判定された場合、図38に示すように、タクトタイムをスタートさせる (ステップS2038)。以下、この投入制限が解除されるまで、ステップS2038からステップS2040の処理を繰返し、第1及び第2基板 $\{k-1, k\}$ の循環搬送が投入待機サイクル $\{W_{k+1,k-r}\} = \{W_{3,2}, W_{3,1}\}$ の中で最も大きなサイクル数だけ繰返されることとなる。なお、第1及び第2基板 $\{k-1, k\}$ のウエハフローの内容次第によっては、この投入制限期間中に両基板 $\{k-1, k\}$ のいずれかの処理が完了して他方の基板のみが基板処理部内に残ることもあり得る。

【0243】なお、ステップS2035で投入待機サイクル $\{W_{k+1,k-r} (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$ の少なくとも1つが1未満 (すなわち0) で次の第3基板 $\{k+1=$

3)の投入が制限されないと判定された場合、基板の番号 k が更新される(ステップS2036)。

【0244】次に、ステップS2037に進み、次に処理すべき第3基板($k=3$)が最後の基板であるか否かを判別する。最後の基板でないと判別された場合、次の第3基板($k=3$)の投入が可能になったものと判断し、ステップS2031に戻ってタクトタイムをスタートさせる。この際、第1及び第2基板($k-1, k$)の処理が完了せず両基板($k-1, k$)が基板処理部内に残っているものと仮定すると、 $r0=2$ となり、タクトタイム T は、第1、第2及び第3基板($k-2, k-1, k$)の処理を行う際のタクトタイム($T_{k-2}, T_{k-1}, T_k = \{T_1, T_2, T_3\}$ のうちいずれか最も長いものとなる。

【0245】次に、基板($k-r$ ($r=0, 1, 2, \dots, r0$))に関して1サイクルの循環搬送を搬送ロボット10に行わせる(ステップS2032)。ここで、第1及び第2基板($k-1, k$)の処理が完了せず両基板($k-1, k$)が基板処理部内に残っているものと仮定しているため、第1、第2及び第3基板($k-2, k-1, k$)の1サイクルの循環搬送が行われる。この場合、搬送ロボット10は、第1、第2及び第3基板($k-2, k-1, k$)をそれぞれ循環搬送させ得るように動作する。すなわち、搬送ロボット10を第1、第2及び第3基板($k-2, k-1, k+1$)の各ウエハフローに含まれる処理に対応する全ての基板処理部(ユニット)にアクセスするように巡回させる。

【0246】次に、タクトタイム T の経過を待って、投入待機サイクル($W_{k+1, k-r}$ ($r=0, 1, 2, \dots, r0$))の少なくとも1つが1以上か否かを判別する(ステップS2035)。投入待機サイクル($W_{k+1, k-r}$)の少なくとも1つが1未満(すなわち0)で次の基板($k+1$)の投入が制限されないと判定された場合、基板の番号 k が更新され(ステップS2036)、次に処理すべき基板(k ; 更新後のため $k+1$ ではない)が最後の基板であると判別されるまで、ステップS2031~S2036までの搬送処理が繰返される。

【0247】なお、ステップS2037で、次に処理すべき第3基板($k=3$)が最後の基板であると判別された場合、図39のステップS2049に進んでタクトタイムをスタートさせる。この際、第1及び第2基板($k-1, k$)の処理が完了せず両基板($k-1, k$)が基板処理部内に残っているものと仮定すると、 $r0=2$ となり、タクトタイム T は、第1、第2及び第3基板($k-2, k-1, k$)の処理を行う際のタクトタイム($T_{k-2}, T_{k-1}, T_k = \{T_1, T_2, T_3\}$ のうちいずれか最も長いものとなる。

【0248】次に、基板($k-r$ ($r=0, 1, 2, \dots, r0$))に関して1サイクルの循環搬送を搬送ロボット10に行わせる(ステップS2050)。ここで、第1

及び第2基板($k-1, k$)の処理が完了せず両基板($k-1, k$)が基板処理部内に残っているものと仮定しているため、第1、第2及び第3基板($k-2, k-1, k$)の1サイクルの循環搬送が行われる。この場合、搬送ロボット10は、第1、第2及び第3基板($k-2, k-1, k$)をそれぞれ循環搬送させ得るように動作する。

【0249】次に、ステップS2051に進み、基板($k-r$ ($r=0, 1, 2, \dots, r0$))の最後の循環搬送であるか否かを判別する。すなわち、第1、第2及び第3基板($k-2, k-1, k$)の全ての処理を完了する最後の循環搬送であるか否かが判別される。最後の循環搬送でないと判別された場合、タクトタイム T の経過を待ってステップS2049に戻る。そして、最後の循環搬送と判定されるまで、ステップS2049からステップS2051の処理を繰り返し、第1、第2及び第3基板($k-2, k-1, k$)の循環搬送が繰り返されることとなる。最後の循環搬送であると判定された場合、全ての搬送処理を終了する。なお、第1、第2及び第3基板($k-2, k-1, k$)の各ウエハフローの内容次第によっては、第1、第2及び第3基板($k-2, k-1, k$)のいずれか1つ以上の処理が先に完了することもあり、第1、第2及び第3基板($k-2, k-1, k$)のすべての処理が同時に完了することもあり得る。

【0250】なお、図37のステップS2035で投入待機サイクル($W_{k+1, k-r}$)の少なくとも1つが1以上で次の基板($k+1$)の投入が制限されると判定された場合において、図38のステップS2038で次の基板(k ; 更新後のため $k+1$ ではない)が最後の基板であると判別された場合、図39のステップS2049に進んでタクトタイムをスタートさせる。次に、基板($k-r$)に関して1サイクルの循環搬送を搬送ロボット10に行わせる(ステップS2050)。次に、ステップS2051に進み、基板($k-r$)の最後の循環搬送であるか否かを判別する。最後の循環搬送でないと判別された場合、タクトタイム T の経過を待ってステップS2049に戻り、最後の循環搬送と判定されるまで、ステップS2049からステップS2051の処理を繰り返す。

【0251】以下、第5実施例の基板処理装置の具体的な動作例について説明する。

【0252】表32は、第1実施例で説明した表1に類似する異種フローの3個の基板($k0, k0+1, k0+2$)を第5実施例の装置によって枚葉処理した場合におけるウエハ処理サイクルを示す。この表では、搬送ロボット10がインデクサーINDのウエハ受渡しポジションから未処理の基板30を取り出し、基板処理部(ユニット)を一巡して、再び処理済基板30がインデクサーINDに戻って来た状態での各基板処理部(ユニット)における基板30の有無が示される。

【0253】

10

20

30

40

50

〔表32〕

フレックスフローを組合わせた枚葉ウエハ処理サイクル例

| ウエハ k_0 (A) ウエハ k_0+1 (B) ウエハ k_0+2 (C) | IND ① ① ① | HP1 ② ② ② | CP ③ ③ ③ | SC ④ ④ ④ | HP2 ⑤ ⑤ ⑤ | HP3 ⑤ ⑤ ⑤ | HP4 ⑤ ⑤ ⑤ | IND ⑥ ⑥ ⑥ |
|--|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 処理サイクル m m+1 m+2 m+3 m+4 m+5 m+6 m+7 | A B C | A B C | A B C | A B C | A B C | A B C | A B C | A B C |

〔0254〕ここで、符号HP4は、ホットプレートでの処理を示し、このホットプレートで第3の基板(k_0+2)が処理される。また、符号Aは、第1の基板(k_0)が存在することを、符号Bは、第2の基板(k_0+1)が存在することを、符号Cは、第3の基板(k_0+2)が存在すること示す。

〔0255〕表からも明らかなように、異種フローの3個の基板(k_0 、 k_0+1 、 k_0+2)を途切れることな *

従来の枚葉ウエハ処理サイクル例

*く処理することができ、後の基板(k_0+1 、 k_0+2)の基板の投入を待機させることによって生じていた時間ロスをなくすることができる。

〔0256〕表33は、表32と同様の異種フローの3個の基板(k_0 、 k_0+1 、 k_0+2)を従来例の装置によって枚葉処理した場合のウエハ処理サイクルを示す。

〔0257〕

〔表33〕

| ウエハ k_0 (A) ウエハ k_0+1 (B) ウエハ k_0+2 (C) | IND ① ① ① | HP1 ② ② ② | CP ③ ③ ③ | SC ④ ④ ④ | HP2 ⑤ ⑤ ⑤ | HP3 ⑤ ⑤ ⑤ | HP4 ⑤ ⑤ ⑤ | IND ⑥ ⑥ ⑥ |
|--|--|--|--|--|--|--|--|---|
| 処理サイクル m m+1 m+2 m+3 m+4 m+5 m+6 m+7 m+8 m+9 m+10 m+11 m+12 m+13 m+14 m+15 m+16 m+17 | A x x x x x x x x x x x x x x x x x | x A x x x x x B x x x x x x x x x x | x x A x x x x B x x x x x x x x x x | x x x A x x x x x B x x x x x x x x | x x x x A x x x x x x x x x x x x x | x x x x x x x x x x B x x x x x x x | x x x x x x x x x x x x x x x x x x | x x x x x x x x x x x B x x x x x x C |

〔0258〕表からも明らかなように、基板(k_0)の投入後、基板(k_0+1)の投入を5サイクル分待機させることとなり、さらに、基板(k_0+1)の投入後、基板(k_0+2)の投入を5サイクル分待機させることとなる。したがって、表32の第5実施例の場合に比較して計10サイクル分だけ待機時間が増大する。このような待機時間のロスは、枚葉処理における処理枚数の増大にほぼ比例して増大することとなる。

〔0259〕表34は、第1実施例で説明した表8に類似する異種フローの3個の基板(k_0 、 k_0+1 、 k_0+2)を第5実施例の装置によって枚葉処理した場合におけるウエハ処理サイクルを示す。この場合、基板(k_0)のウエハフローに並行処理が含まれる。枚葉処理において平行処理が含まれる場合とは、例えばホットプレートでの処理が共通する複数種のウエハフローを連続処理するような場合であって、ホットプレートでの熱処理

に時間を要するため複数のホットプレートで複数の基板 * 【0260】
を同時平行的に処理するような場合である。 * 【表34】

フレックスフローを組合わせた枚葉ウエハ処理サイクル例2

| | IND | a | b | c | d | e | f | g | IND |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ウエハ k_0 (A) | ① | ② | ② | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ |
| ウエハ k_0+1 (B) | ① | ⑤ | | | | ④ | ② | ③ | ⑥ |
| ウエハ k_0+2 (C) | ① | | ② | ③ | | ④ | ⑤ | ③ | ⑥ |
| 処理サイクル | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| m | A | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| m+1 | x | A | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| m+2 | x | A | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| m+3 | x | A | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| m+4 | x | x | ... | ... | A | ... | ... | ... | ... |
| m+5 | x | x | ... | ... | x | A | ... | ... | ... |
| m+6 | x | x | ... | ... | x | x | A | ... | ... |
| m+7 | C | x | ... | ... | x | x | B | A | ... |
| m+8 | ... | x | C | ... | x | x | x | B | ... |
| m+9 | ... | x | ... | C | ... | x | x | ... | A |
| m+10 | ... | B | ... | ... | ... | C | x | ... | x |
| m+11 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | C | ... | B |
| m+12 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | C |

【0261】表からも明らかなように、異種フローの3
個の基板 (k_0 , k_0+1 , k_0+2) をほぼ途切れるこ
となく処理することができ、後の基板 (k_0+1 , k_0+2)
の基板の投入を待機させることによって生じていた
時間ロスをなくすることができる。 ※

従来の枚葉ウエハ処理サイクル例2

| | IND | a | b | c | d | e | f | g | IND |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ウエハ k_0 (A) | ① | ② | ② | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ |
| ウエハ k_0+1 (B) | ① | ⑤ | | | | ④ | ② | ③ | ⑥ |
| ウエハ k_0+2 (C) | ① | | ② | ③ | | ④ | ⑤ | ③ | ⑥ |
| 処理サイクル | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| m | A | x | x | x | x | x | x | x | x |
| m+1 | x | A | x | x | x | x | x | x | x |
| m+2 | x | A | x | x | x | x | x | x | x |
| m+3 | x | A | x | x | x | x | x | x | x |
| m+4 | x | x | x | x | A | x | x | x | x |
| m+5 | x | x | x | x | x | A | x | x | x |
| m+6 | x | x | x | x | x | x | A | x | x |
| m+7 | x | x | x | x | x | x | x | A | x |
| m+8 | x | x | x | x | x | x | x | x | A |
| m+9 | B | x | x | x | x | x | x | x | x |
| m+10 | x | x | x | x | x | x | B | x | x |
| m+11 | x | x | x | x | x | x | x | B | x |
| m+12 | x | x | x | x | x | B | x | x | x |
| m+13 | x | B | x | x | x | x | x | x | x |
| m+14 | x | x | x | x | x | x | x | x | B |
| m+15 | C | x | x | x | x | x | x | x | x |
| m+16 | x | x | C | x | x | x | x | x | x |
| m+17 | x | x | x | C | x | x | x | x | x |
| m+18 | x | x | x | x | x | C | x | x | x |
| m+19 | x | x | x | x | x | x | C | x | x |
| m+20 | x | x | x | x | x | x | x | x | C |

【0264】表からも明らかなように、基板 (k_0) の
投入後、基板 (k_0+1) の投入を8サイクル分待機さ
せることとなり、さらに、基板 (k_0+1) の投入後、
基板 (k_0+2) の投入を5サイクル分待機させること

20※ 【0262】表35は、表34と同様の異種フローの3
個の基板 (k_0 , k_0+1 , k_0+2) を従来例の装置に
よって枚葉処理した場合のウエハ処理サイクルを示す。
【0263】
【表35】

となる。したがって、表35の第5実施例の場合 ($5+0$
サイクル待機) に比較して計8サイクル分だけ待機時
間が増大する。このような時間ロスは、枚葉処理におけ
る処理枚数の増大に応じて増大することとなる。

【0265】上記第5実施例では、基板処理部（ユニット）としてインタフェース用バッファが含まれない場合について説明してきた。既に述べたように、インタフェース用バッファとは、基板処理装置の外部に接続されているステッパー等の外部装置とのインタフェースのための装置のことをいう。一般に、ステッパー等の外部装置は、それに固有のサイクルタイムで動作しているため、第5実施例の基板処理装置のタクトタイムとの不一致により、タクト管理が不可能となる。したがって、このようなインタフェース用バッファを含むウエハフローの後に別のウエハフローを実行する場合、後側のウエハフローのタクト管理が不可能となる。このような問題を解決するため、インタフェース用バッファ装置以降の先投入の基板のウエハフローと後投入の基板のウエハフローとに関して、上記第5実施例の方法によって投入待機サイクル $\{W_{k+1}, k-r\}$ を求めて（図40及び図41参照）、後投入の基板処理におけるタクト管理を可能にする。このような投入待機サイクル $\{W_{k+1}, k-r\}$ の計算において、インタフェース用バッファは、基板30の搬出処理を行うインデクサーINDに置き換えて扱う。この場合、先投入の基板のウエハフローのインタフェース用バッファ前の全ての処理が終了して、先投入の基板20の最終の基板がインタフェース用バッファから搬出された段階で、タクト管理を開始し、投入待機サイクル $\{W_{k+1}, k-r\}$ を計算し、後投入の基板20の待機と処理とを行う。

【0266】第1実施例で用いた表18を利用して説明する。なお、表18の読替えにおいて、先のカセット(n)は先投入の各基板 $\{k-r \ (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$ に対応し、後のカセット(n+1)は後投入の基板(k+1)に対応する。この場合、先投入の基板 $\{k-r\}$ のウエハフローには、インタフェース用バッファでの処理(IF-B)とスピンドレロップSDでの処理(DEV)とが含まれる。ここで、基板処理部（ユニット）内に表18のカセット(n)に対応する先投入の基板(k-r)が1枚のみ存在すると仮定すると、 $r=0$ で、処理ポジション差 $Ak=0$ で、フローステップ差 $Bk,m=1$ で、最大フローステップ差 $Bk=1$ である。したがって、後投入の基板(k+1)を連続して投入する際の投入待機サイクル $W_{k+1}, k=w_{k+1}, k=1$ となる。

【0267】また、上記第5実施例では、先投入の基板 $\{k-r\}$ が並行処理される場合に、並行処理の行われる基板処理部（ユニット）に関するものにつき、（並行処理数-1）を加算して新たにフローステップとし、並行処理のある基板処理部（ユニット）で先投入の基板 $\{k-r\}$ の処理と後投入の基板(k+1)の処理とが衝突することを防止している。しかし、これは最悪の状態に備えたものである。例えば、先投入の基板 $\{k-1\}$ が後投入の基板(k+1)と重複する基板処理部

（ユニット）に入らない場合、先投入の基板 $\{k-r\}$ の最後から2番目或いはそれ以前の基板30の循環搬送に着目し、この基板処理部（ユニット）については、このような実質的に最後の基板30に対するものとしてフローステップ差 $\{B_{k-r}, m\}$ を求め（具体的には、フローステップに、（並行処理数-2）、（並行処理数-3）、…を加算し）、全体での相対待機サイクル $\{w_{k+1}, k-r\}$ や投入待機サイクル $\{W_{k+1}, k-r\}$ を減少させることもできる。なお、後投入の基板(k+1)のウエハフローの主に先頭側に並行処理が含まれる場合にも、上記と同様の手法によってフローステップ差 $\{B_{k-r}, m\}$ を減少させ、全体での投入待機サイクル $\{W_{k+1}, k-r\}$ を減少させることができる。

【0268】第1実施例で用いた表19を利用して説明する。なお、表19の読替えにおいて、先のカセット(n)は先投入の各基板 $\{k-r \ (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$ に対応し、後のカセット(n+1)は後投入の基板(k+1)に対応する。この場合、先投入の基板 $\{k-r\}$ のウエハフローに並行処理が含まれる。つまり、基板 $\{k-r\}$ の基板の処理a、b、cは並行処理となっている。ここで、基板処理部（ユニット）内に表19のカセット(n+1)に対応する後投入の基板(k+1)が1枚のみ存在すると仮定すると、図40及び図41のような計算方法では、投入待機サイクル $W_{k+1}, k=2$ となる。一方、先投入の基板(k)が処理cに対応する基板処理部（ユニット）で処理される場合、処理aでの衝突は生じなくなるので、投入待機サイクル W_k を減少させることができる。すなわち、後投入の基板(k+1)の投入タイミングを1サイクル早めることができる。

【0269】

【K. 第6実施例の基板処理装置の構成】第6実施例の基板処理装置は、上記の第5実施例の場合と異なりタクト管理を行わないが、その他の点で、第5実施例の基板処理装置とほとんど変わらない。したがって、その構成は図7及び図8に示すものとほぼ一致し、コントローラ50に関してのみ相違するので、詳細な説明は動作の説明の欄にゆずる。

【0270】

【L. 第6実施例の基板処理装置の動作】第6実施例の基板処理装置の動作は、タクト管理を行わない点を除き、第5実施例の基板搬送装置の動作と変わらない。

【0271】図42～図44は、第6実施例の基板処理装置の動作の詳細を示したフローチャートである。

【0272】まず、図42に示すように、これから枚葉処理する基板の処理条件等を入力する（ステップS2201）。次に、基板 $\{k-r \ (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$ に関して1サイクルの循環搬送を搬送ロボット10に行わせる（ステップS2032）。ここで搬送すべき基板 $\{k-r\}$ には、これから基板処理部に投入すべき基

板 30 基板 k の他、既に枚葉処理が開始され各基板処理部内にある基板 $k-1$ 、 $k-2$ 、 $k-3$ 、 \dots 、 $k-r_0$ が含まれている。もっとも、今回は最初の循環搬送であるから、第 1 基板 ($k=1$) のみの 1 サイクルの循環搬送を搬送ロボット 10 に行わせる (ステップ S2232)。

【0273】次に、投入待機サイクル $\{W_{k+1,k-r} (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$ を決定し、この投入待機サイクル $\{W_{k+1,k-r}\}$ の少なくとも 1 つが 1 以上か否かを判別する (ステップ S2235)。投入待機サイクル $\{W_{k+1,k-r} (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$ は、枚葉処理中の各基板 30 に対する干渉を防止するために次の基板の投入を制限する待機サイクル数に対応する。なお、投入待機サイクル $\{W_{k+1,k-r}\}$ の決定は、図 40 及び図 41 に示す処理により行われる。

【0274】図 42 のステップ S2235 で投入待機サイクル $\{W_{k+1,k-r}\}$ の少なくとも 1 つ (この場合、第 1 基板 ($k=1$) の初回の循環搬送後であり、 $\{W_{k+1,k-r}\}$ は $W_{2,1}$ のみからなる) が 1 以上で次の第 2 基板 ($k+1=2$) の投入が制限されると判定された場合、図 43 に示すように、カウンタの値 $D=0$ として初期状態とする (ステップ S2335)。そして、第 1 基板 ($k=1$) の 1 サイクルの循環搬送を行わせる (ステップ S2239)。この場合、第 2 基板 ($k+1=2$) は、待機状態となる。次に、カウンタの値 D に 1 を加算して (ステップ S2240)、すべての投入待機サイクル $\{W_{k+1,k-r}\} = W_{2,1}$ が D 以下かどうかを判別する (ステップ S2240)。該当しない場合、ステップ S2235 に戻り、同様の動作を繰返し、第 1 基板 ($k=1$) の処理を順次進行させる。

【0275】ステップ S2240 ですべての投入待機サイクル $\{W_{k+1,k-r}\} = W_{2,1}$ が D 以下と判別された場合、第 2 基板 ($k+1=2$) の待機状態が解除され、基板の番号 k が更新される (ステップ S2241)。この待機状態の解除までに、ステップ S2235 からステップ S2240 までの処理の繰返しによって第 1 基板 ($k=1$) のみの循環搬送が $W_{2,1}$ 回繰返されることとなり、結果的に第 2 基板 ($k+1=2$) の投入が投入待機サイクル $\{W_{k+1,k-r}\} = W_{2,1}$ だけ遅延する。

【0276】次に、ステップ S2248 に進み、次に処理すべき第 2 基板 ($k=2$) が最後の基板であるか否かを判別する。最後の基板でないと判別された場合、次の第 2 基板 ($k=2$) の投入が可能になったものと判断し、図 42 のステップ S2232 に戻って、基板 $\{k-r (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$ に関して 1 サイクルの循環搬送を実行する。ここで、第 1 基板 ($k-1=1$) の処理が完了せず第 1 基板 ($k-1=1$) が基板処理部内に残っているものと仮定すると、第 1 及び第 2 基板 $\{k-1, k\}$ の 1 サイクルの循環搬送が行われる。この場合、搬送ロボット 10 は、第 1 及び第 2 基板 $\{k-1, k\}$ を循環搬送させ得るように動作する。

【0277】次に、投入待機サイクル $\{W_{k+1,k-r} (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$ の少なくとも 1 つが 1 以上か否かを判別する (ステップ S2235)。投入待機サイクル $\{W_{k+1,k-r}\}$ の計算は、図 40 及び図 41 に示した通りである。ここで、第 1 基板 ($k-1=1$) の処理が完了せず第 1 基板 ($k-1=1$) が基板処理部内に残っているものと仮定しているため、投入待機サイクル $\{W_{k+1,k-r}\} = \{W_{3,2}, W_{3,1}\}$ の少なくとも 1 つが 1 以上で次の第 3 基板 ($k+1=3$) の投入が制限されると判定された場合、図 43 に示すように、この投入制限が解除されるまで、ステップ S2335 からステップ S2240 の処理を繰返し、第 1 及び第 2 基板 $\{k-1, k\}$ の循環搬送が投入待機サイクル $\{W_{k+1,k-r}\} = \{W_{3,2}, W_{3,1}\}$ の中で最も大きなサイクル数だけ繰返されることとなる。なお、第 1 及び第 2 基板 $\{k-1, k\}$ のウエハフローの内容次第によっては、この投入制限期間中に両基板 $\{k-1, k\}$ のいずれかの処理が完了して他方の基板のみが基板処理部内に残ることもあり得る。

【0278】なお、図 42 のステップ S2235 で投入待機サイクル $\{W_{k+1,k-r} (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$ の少なくとも 1 つが 1 未満 (すなわち 0) で次の第 3 基板 ($k+1=3$) の投入が制限されないと判定された場合、基板の番号 k が更新される (ステップ S2236)。

【0279】次に、ステップ S2237 に進み、次に処理すべき第 3 基板 ($k=3$) が最後の基板であるか否かを判別する。最後の基板でないと判別された場合、次の第 3 基板 ($k=3$) の投入が可能になったものと判断し、ステップ S2232 に戻り、基板 $\{k-r (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$ に関して 1 サイクルの循環搬送を実行する。ここで、第 1 及び第 2 基板 $\{k-1, k\}$ の処理が完了せず両基板 $\{k-1, k\}$ が基板処理部内に残っているものと仮定すると、第 1、第 2 及び第 3 基板 $\{k-2, k-1, k\}$ の 1 サイクルの循環搬送が行われる。この場合、搬送ロボット 10 は、第 1、第 2 及び第 3 基板 $\{k-2, k-1, k\}$ をそれぞれ循環搬送させ得るように動作する。

【0280】次に、投入待機サイクル $\{W_{k+1,k-r} (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$ の少なくとも 1 つが 1 以上か否かを判別する (ステップ S2235)。投入待機サイクル $\{W_{k+1,k-r}\}$ の少なくとも 1 つが 1 未満 (すなわち 0) で次の基板 ($k+1$) の投入が制限されないと判定された場合、基板の番号 k が更新され (ステップ S2236)、次に処理すべき基板 (k ; 更新後のため $k+1$ ではない) が最後の基板であると判別されるまで、ステップ S2232～S2236 までの搬送処理が繰返される。

【0281】なお、ステップ S2237 で、次に処理すべき第 3 基板 ($k=3$) が最後の基板であると判別された場合、図 44 のステップ S2250 に進んで、基板 $\{k-r (r=0, 1, 2, \dots, r_0)\}$ に関して 1 サイクルの循環搬送を実行する。ここで、第 1 及び第 2 基板 $\{k-$

1, k) の処理が完了せず両基板 {k-1, k} が基板処理部内に残っているものと仮定すると、第1、第2及び第3基板 {k-2, k-1, k} の1サイクルの循環搬送が行われる。この場合、搬送ロボット10は、第1、第2及び第3基板 {k-2, k-1, k} をそれぞれ循環搬送させ得るように動作する。

【0282】次に、ステップS2251に進み、基板 {k-r (r=0, 1, 2, ..., r0)} の最後の循環搬送であるか否かを判別する。すなわち、第1、第2及び第3基板 {k-2, k-1, k} の全ての処理を完了する最後の循環搬送であるか否かが判別される。最後の循環搬送でないと判別された場合、ステップS2250に戻り、最後の循環搬送と判定されるまで、ステップS2250及びステップS2251の処理を繰り返し、第1、第2及び第3基板 {k-2, k-1, k} の循環搬送が繰り返されることとなる。最後の循環搬送であると判定された場合、全ての搬送処理を終了する。なお、第1、第2及び第3基板 {k-2, k-1, k} の各ウエハフローの内容次第によっては、第1、第2及び第3基板 {k-2, k-1, k} のいずれか1つ以上の処理が先に完了することもあり、第1、第2及び第3基板 {k-2, k-1, k} のすべての処理が同時に完了することもあり得る。

【0283】なお、図42のステップS2235で投入待機サイクル {Wk+1, k-r} の少なくとも1つが1以上で次の基板 (k+1) の投入が制限されると判定された場合において、図43のステップS2238で次の基板 (k; 更新後のためk+1ではない) が最後の基板である判別された場合、図44のステップS2250に進んで、基板 {k-r} に関して1サイクルの循環搬送を実行する。次に、ステップS2251に進み、基板 {k-r} の最後の循環搬送であるか否かを判別する。最後の循環搬送でないと判別された場合、ステップS2250に戻り、最後の循環搬送と判定されるまで、ステップS2250及びステップS2251の処理を繰り返す。

【0284】以上、第5実施例及び第6実施例に即してこの発明を説明したが、この発明は上記第5及び第6実施例に限定されるものではない。例えば、投入待機サイクル {Wk+1, k-r (r=0, 1, 2, ..., r0)} の計算方法は、処理ポジション差 {Ak-r (r=0, 1, 2, ..., r0)} や最大フローステップ差 {Bk-r (r=0, 1, 2, ..., r0)} と一致させる必要はない。すなわち、投入待機サイクル {Wk+1, k-r (r=0, 1, 2, ..., r0)} が処理ポジション差 {Ak-r} や最大フローステップ差 {Bk-r} よりも大きくなるほど、スループットは低下するが、ロットの異なる前後基板の追い越しがなくなり、基板間の基板の処理が干渉しなくなる。

【0285】また、上記第5及び第6実施例では、ウエハフローが異なる異種フローの枚葉処理の場合のみについて説明したが、同一のウエハフローであって基板の処理温度、処理時間、回転数、処理液等の各種プロセスデ

ータやスループットが異なる異種レシビの枚葉処理の場合であっても、後投入基板の投入時期を適宜サイクル単位で遅延させることにより、スループットを大きくすることができる。

【0286】また、上記第5及び第6実施例では、図37のステップS2035及び図42のS2235で投入待機サイクル {Wk+1, k-r} の少なくとも1つが1以上か否かを判別する際に投入待機サイクルWk {Wk+1, k-r} を算出しているが、枚葉処理の各基板のウエハフローの内容や処理順番を予め入力した段階で(図37のS2001及び図38のS2201)、投入待機サイクル {Wk+1, k-r} を決定することもできる。

【0287】また、上記第5及び第6実施例では、枚葉処理の場合についてのみ説明したが、上記第5及び第6実施例の基板処理装置は、異種フローの前後ロットを接続して連続的処理を実行する場合に使用することができる。被割り込みロットを中断して異種フローの割り込みロットの処理を優先的に実行する場合にも使用することができる。特に、異種フローの前後ロットに含まれる基板の枚数が少ない場合、直前のロットのみならずその2つ以上前のロットも基板処理における干渉発生の原因になることから、投入待機サイクルの算出に当たって2つ以上前のロットとの相関も判断する必要が生じる。また、被割り込みロットの中断指令が被割り込みロットの処理開始直後であった場合、被割り込みロットのみならずこの被割り込みロットの前に投入されているロットも基板処理における干渉発生の原因になることから、投入待機サイクルの算出に当たって前のロットとの相関も判断する必要が生じる。

【0288】

【発明の効果】請求項1の発明によれば、第1の基板と第2の基板とのそれぞれについて行うべき処理手順が異なる場合に、第1の基板の循環搬送による処理が完了する前に第2の基板の循環搬送による処理を開始させる搬送制御手段を備え、第2の基板の循環搬送による処理の開始時点は、第1と第2の基板が干渉しない範囲に定められているので、第1の基板の処理の進行を妨げること無く第2の基板を迅速に投入することができる。よって、基板処理部を効率的に利用して基板処理におけるスループットの向上を図ることができる。

【0289】また、請求項2の発明によれば、第1の基板が、1つのロットの最後の基板であり、第2の基板が、1つのロットの次に処理すべき別のロットの最初の基板であるので、処理手順が異なる複数のロットを接続してこれらのロットに含まれる基板を連続的に処理する場合であっても、基板処理におけるスループットの向上を図ることができる。

【0290】また、請求項3の発明によれば、第1の基板が、割り込みのため処理が中断される1つのロットの処理中断前の最後の基板であり、第2の基板が、割り込

ませるロットの最初の基板であるので、1つのロットの処理を一時的に中断して処理手順が異なる別のロットの処理を優先的に実行する場合であっても、その割り込み開始の際に、基板処理におけるスループットの向上を図ることができる。

【0291】また、請求項4の発明によれば、請求項1の基板処理装置において、第1の基板が、割り込ませたロットの最後の基板であり、第2の基板が、割り込みのため処理が中断されたロットの処理中断後の最初の基板であるので、1つのロットの処理を一時的に中断して処理手順が異なる別のロットの処理を優先的に実行する場合であっても、その割り込み終了の際に、基板処理におけるスループットの向上を図ることができる。

【0292】また、請求項5の発明によれば、第2の基板が、枚葉処理における1つの基板であり、第1の基板が、1つの基板の前に処理されるいずれか別の基板であるので、処理手順が異なる複数のロットの基板を枚葉処理する場合であっても、基板処理におけるスループットの向上を図ることができる。

【0293】また、請求項6の発明によれば、制御手段が、演算手段で算出された最小待機サイクルが先投入ロットの所定の処理手順の実行に必要な循環搬送の回数に対応する標準待機サイクル未満の場合に、搬送手段による後投入ロットの最初の基板の最初の循環搬送を、先投入ロットの最後の基板の最初の循環搬送の後、最小待機サイクル以上で標準待機サイクル未満の範囲内で遅延させるので、先投入ロットと後投入ロットとが異なる手順で処理される場合であっても、先投入ロットの処理の終了を待たずに後投入ロットの処理を開始することができ、基板処理部を効率的に利用して基板処理におけるスループットの向上を図ることができる。

【0294】また、請求項7の発明によれば、演算手段が、ポジション数差を算出するポジション数差算出手段と、順位差を算出する順位差算出手段と、ポジション数差及び順位差の最大値に基づいて最小待機サイクルを決定する最大値算出手段とから構成されているので、後投入ロットの基板が先投入ロットの基板と衝突したり、追い越したりする干渉の発生を回避できる。

【0295】また、請求項8の発明によれば、制御手段が、演算手段で算出された割り込み開始に際しての最小待機サイクルが被割り込みロットの所定の処理手順の実行に必要な循環搬送の回数に対応する標準待機サイクル未満の場合に、搬送手段による割り込み開始の際における割り込みロットの最初の基板の最初の循環搬送を、被割り込みロットの最後の基板の最初の循環搬送の後、最小待機サイクル以上で標準待機サイクル未満の範囲内で遅延させるので、被割り込みロットと割り込みロットとが異なる手順で処理される場合であっても、被割り込みロットの処理の終了を待たずに割り込みロットの処理を開始することができ、基板処理部を効率的に利用して基

板処理におけるスループットの向上を図ることができる。

【0296】また、請求項9の発明によれば、演算手段が、ポジション数差を算出するポジション数差算出手段と、順位差を算出する順位差算出手段と、ポジション数差及び順位差の最大値に基づいて最小待機サイクルを決定する最大値算出手段とから構成されているので、割り込み開始に際して割り込みロットの基板が被割り込みロットの基板と衝突したり、追い越したりする干渉の発生を回避できる。

【0297】また、請求項10の発明によれば、制御手段が、演算手段で算出された割り込み終了に際しての最小待機サイクルが割り込みロットの所定の処理手順の実行に必要な循環搬送の回数に対応する標準待機サイクル未満の場合に、搬送手段による割り込み終了の際における被割り込みロットの最初の基板の最初の循環搬送を、割り込みロットの最後の基板の最初の循環搬送の後、最小待機サイクル以上で標準待機サイクル未満の範囲内で遅延させるので、被割り込みロットと割り込みロットとが異なる手順で処理される場合であっても、割り込みロットの処理の終了を待たずに被割り込みロットの処理を開始することができ、基板処理部を効率的に利用して基板処理におけるスループットの向上を図ることができる。

【0298】また、請求項11の発明によれば、演算手段が、ポジション数差を算出するポジション数差算出手段と、順位差を算出する順位差算出手段と、ポジション数差及び順位差の最大値に基づいて最小待機サイクルを決定する最大値算出手段とから構成されているので、割り込み終了に際して被割り込みロットの基板が割り込みロットの基板と衝突したり、追い越したりする干渉の発生を回避することができる。

【0299】また、請求項12の発明によれば、制御手段が、搬送手段による後投入基板の最初の循環搬送を、先投入基板のうち最後に投入される基板の最初の循環搬送の後、最小待機サイクルの経過後に開始させるので、先投入基板と後投入基板とが異なる手順で処理される枚葉処理の場合であっても、先投入基板の処理の終了を待たずに後投入基板の処理を可能な限り迅速に開始することができ、基板処理部を効率的に利用して基板処理におけるスループットの向上を図ることができる。

【0300】また、請求項13の発明によれば、演算手段が、先投入基板ごとにポジション数差を算出するポジション数差算出手段と、先投入基板ごとに順位差を算出する順位差算出手段と、先投入基板ごとに相対待機サイクルを決定する最大値算出手段と、先投入基板ごとに各相対待機サイクルから最小待機サイクルを決定する相関補正手段とを有するので、後投入基板が先投入基板と衝突したり、追い越したりする干渉の発生を回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の装置の動作を説明するための図である。

【図 2】この発明の装置の動作を説明するための図である。

【図 3】この発明の装置の動作を説明するための図である。

【図 4】この発明の装置の動作を説明するための図である。

【図 5】この発明の装置の動作を説明するための図である。 10

【図 6】この発明の装置の動作を説明するための図である。

【図 7】第 1 実施例の基板処理装置を示す斜視図である。

【図 8】図 1 の基板処理装置のブロック図である。

【図 9】第 1 実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 10】第 1 実施例の基板処理装置の投入待機サイクルの算出を示すフローチャートである。 20

【図 11】第 1 実施例の基板処理装置の投入待機サイクルの算出を示すフローチャートである。

【図 12】第 1 実施例の基板処理装置の基板搬送動作、投入待機等を示すフローチャートである。

【図 13】第 1 実施例の基板処理装置の基板搬送動作、投入待機等を示すフローチャートである。

【図 14】第 1 実施例の基板処理装置の基板搬送動作、投入待機等を示すフローチャートである。

【図 15】第 1 実施例の基板処理装置のウェハ処理のフロー及びタイミングを具体的に図示したグラフである。 30

【図 16】第 1 実施例の変形例の基板処理装置のウェハ処理のフロー及びタイミングを具体的に図示したグラフである。

【図 17】第 2 実施例の基板処理装置の基板搬送動作、投入待機等を示すフローチャートである。

【図 18】第 2 実施例の基板処理装置の基板搬送動作、投入待機等を示すフローチャートである。

【図 19】第 2 実施例の基板処理装置の基板搬送動作、投入待機等を示すフローチャートである。

【図 20】第 3 実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。 40

【図 21】第 3 実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 22】第 3 実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 23】第 3 実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 24】第 3 実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 25】第 3 実施例の基板処理装置の動作を示すフロー 50

ーチャートである。

【図 26】第 3 実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 27】投入待機サイクルの算出を示すフローチャートである。

【図 28】投入待機サイクルの算出を示すフローチャートである。

【図 29】第 3 実施例の基板処理装置のウェハ処理のフロー及びタイミングを具体的に図示したグラフである。

【図 30】第 4 実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 31】第 4 実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 32】第 4 実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 33】第 4 実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 34】第 4 実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 35】第 4 実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 36】第 4 実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 37】第 5 実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 38】第 5 実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 39】第 5 実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 40】投入待機サイクルの算出を示すフローチャートである。

【図 41】投入待機サイクルの算出を示すフローチャートである。

【図 42】第 6 実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 43】第 6 実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 44】第 6 実施例の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。

【符号の説明】

10 搬送ロボット

20 カセット

30 基板

60 コントローラ

AH 密着強化ユニット

CP1、CP2 クーリングプレート

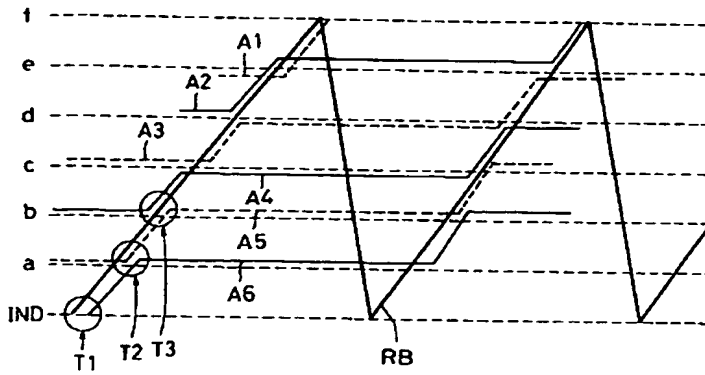
HP1～HP3 ホットプレート

SC スピンコータ

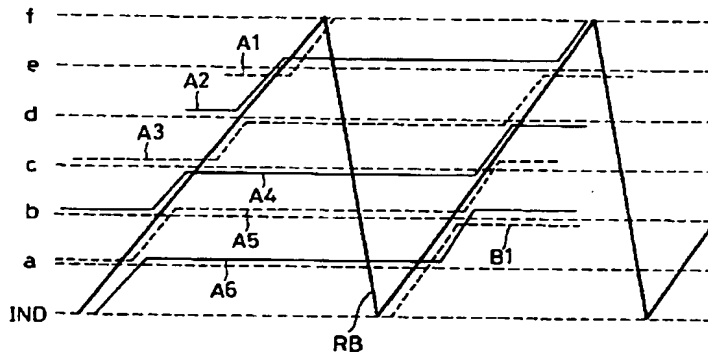
SD スピンデベロッパ

IND インデクサー

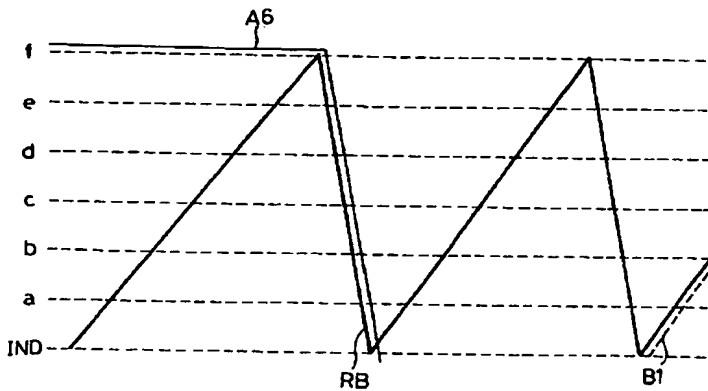
【図1】



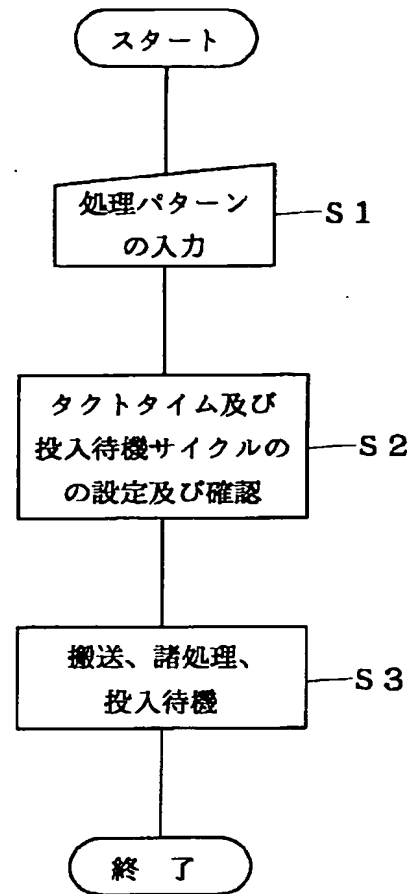
【図2】



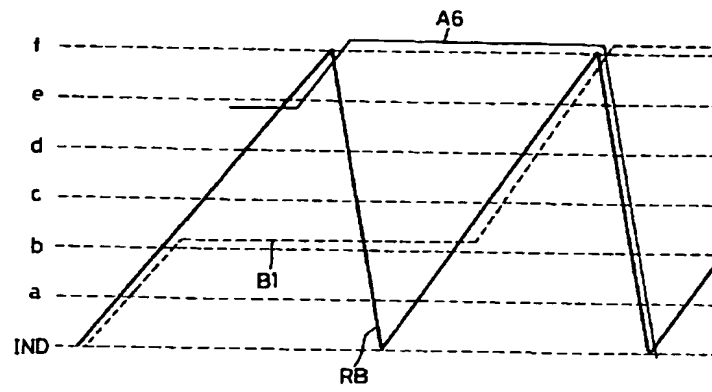
【図3】



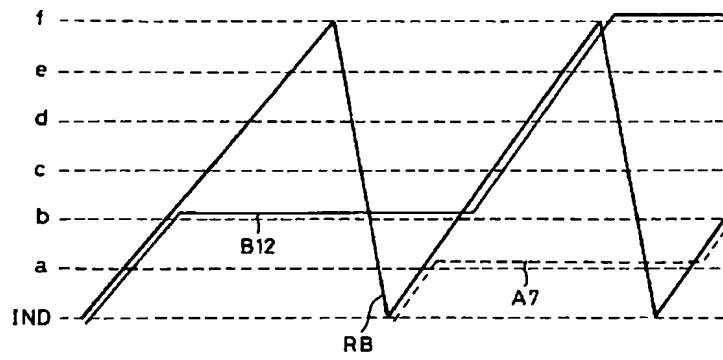
【図9】



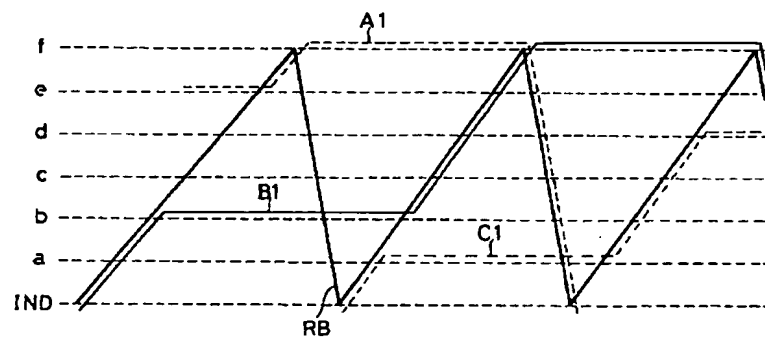
【図4】



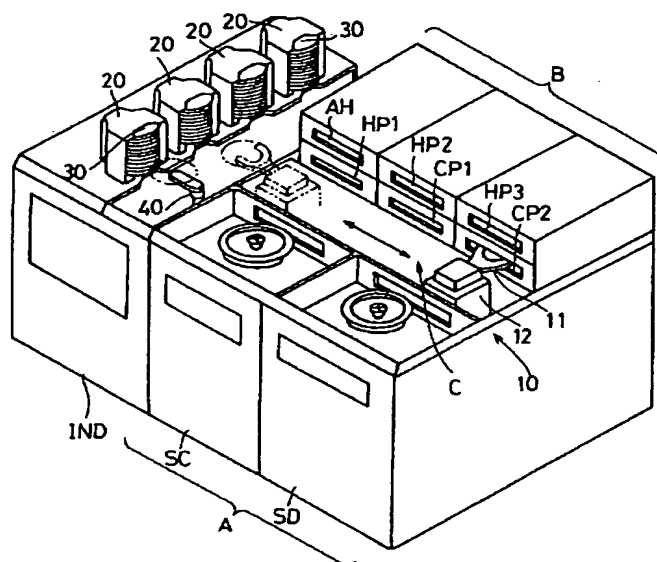
【図5】



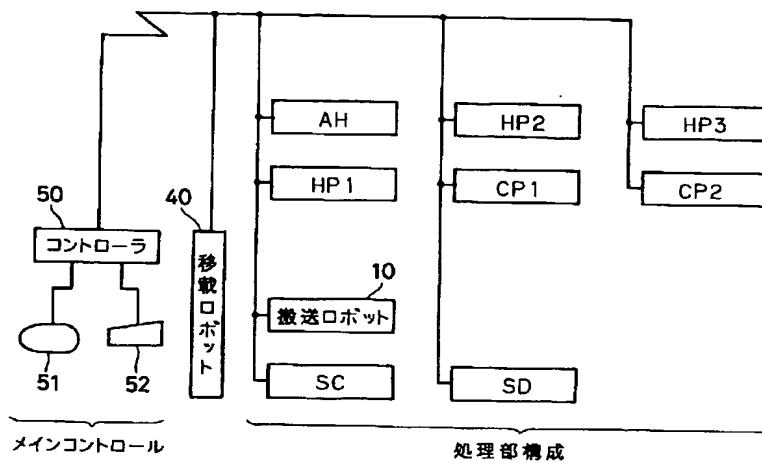
【図6】



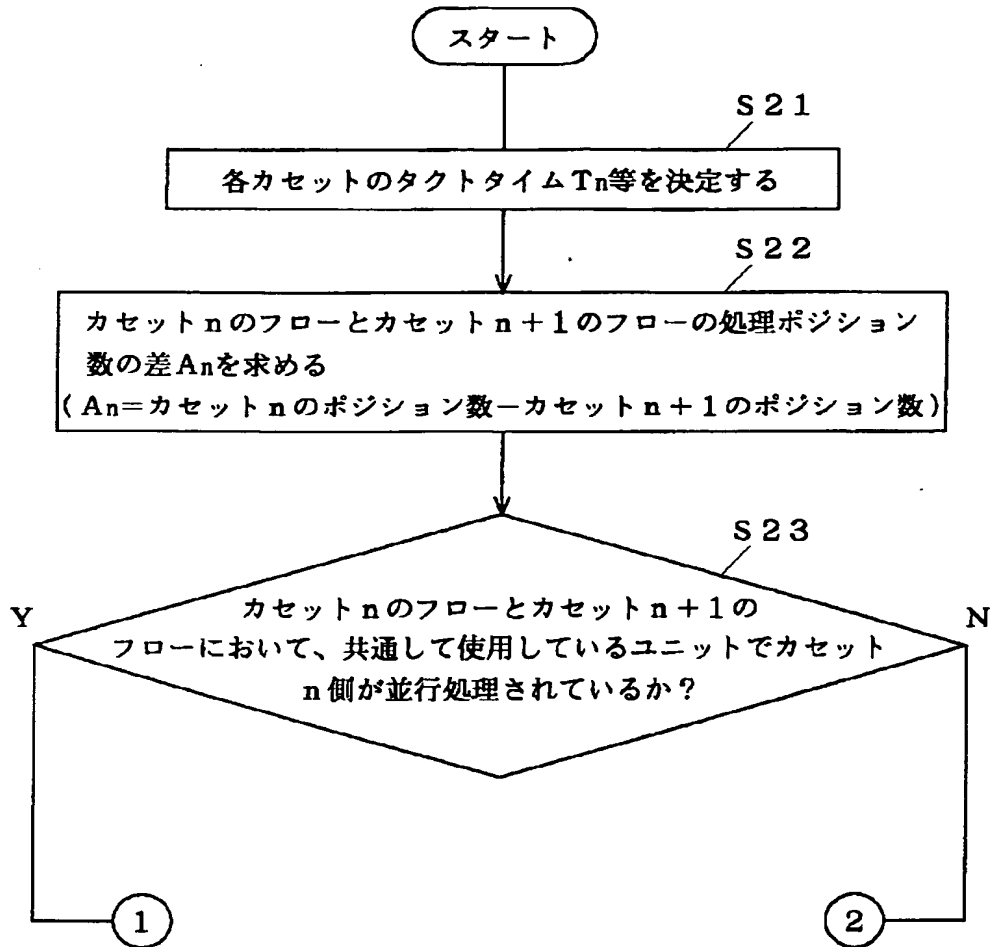
【図7】



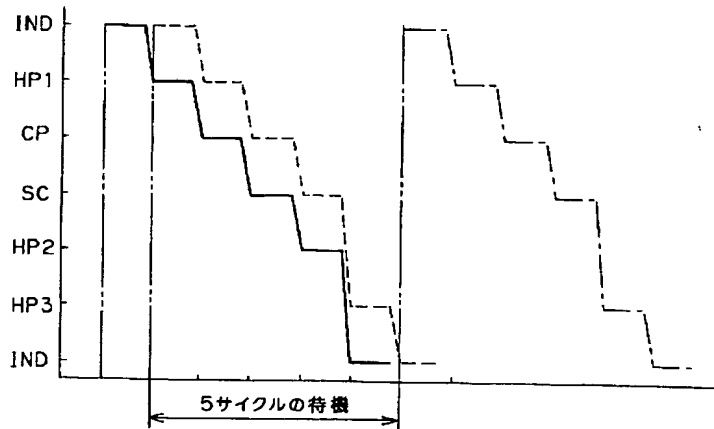
【図8】



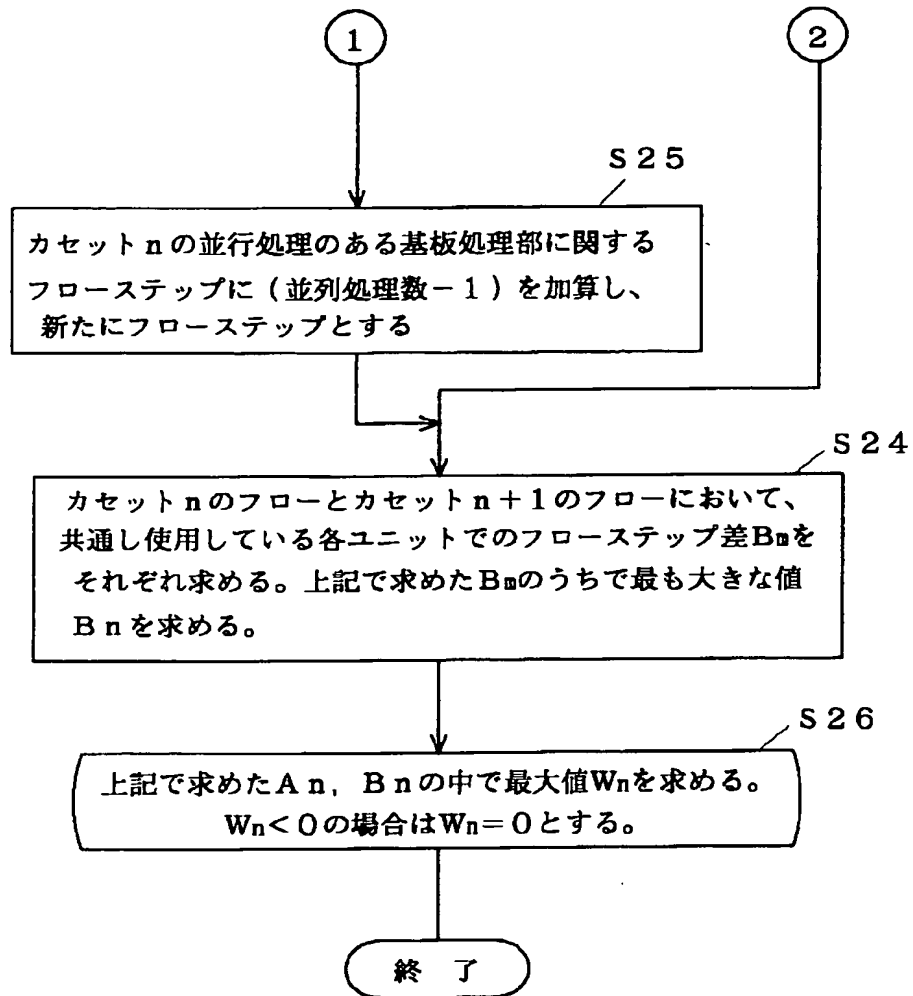
【図10】



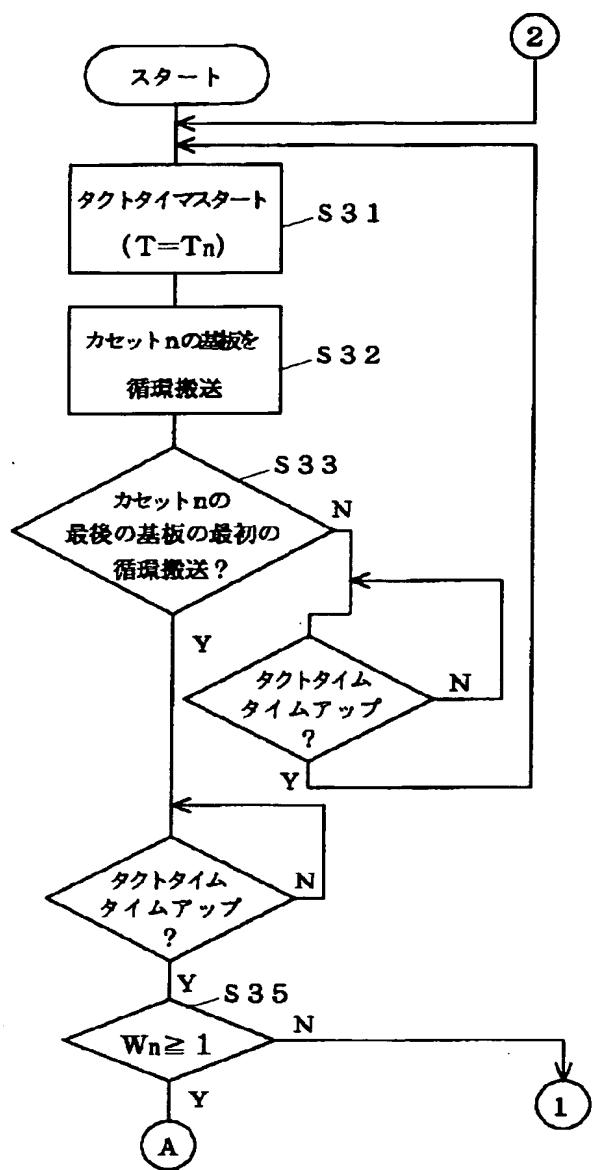
【図15】



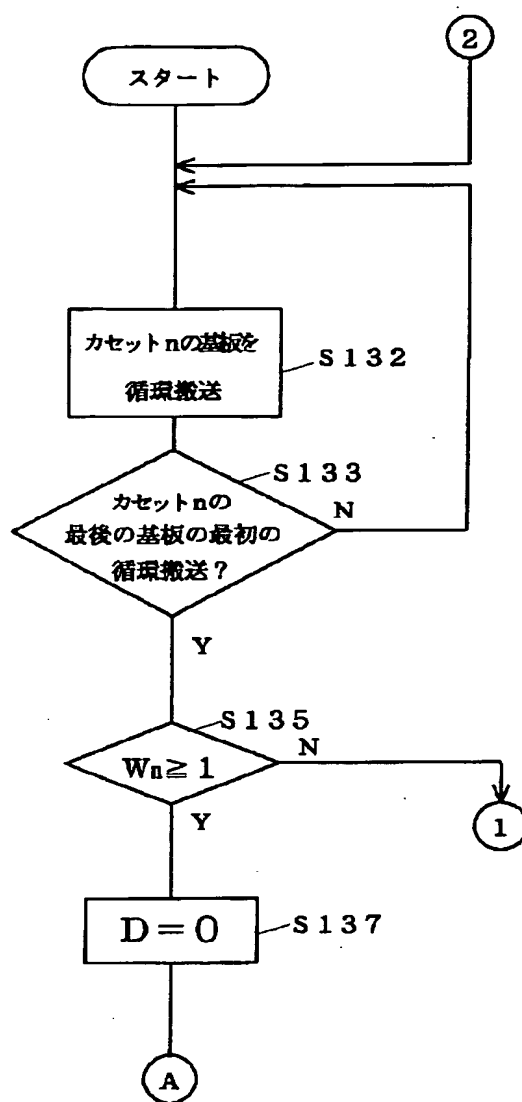
【図11】



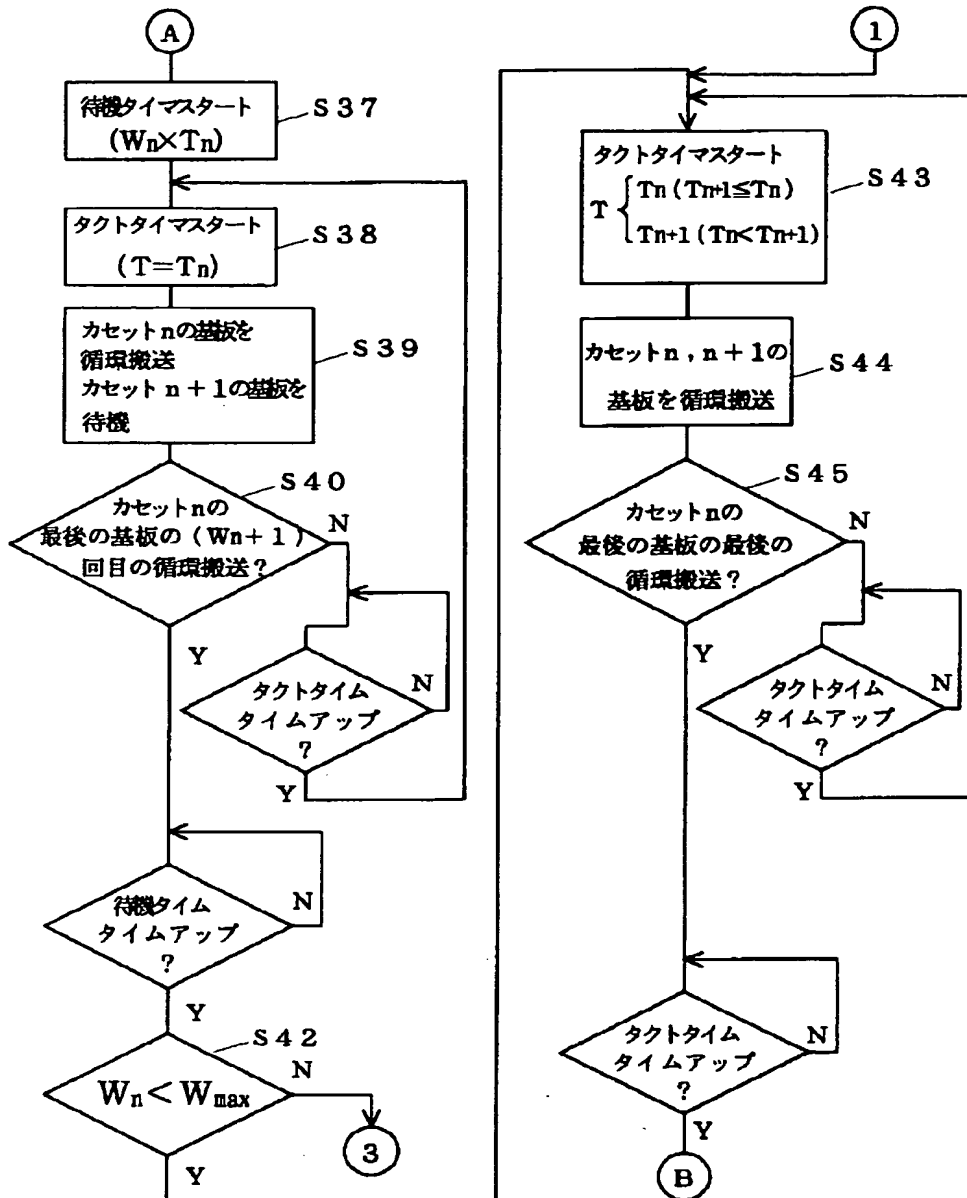
【図12】



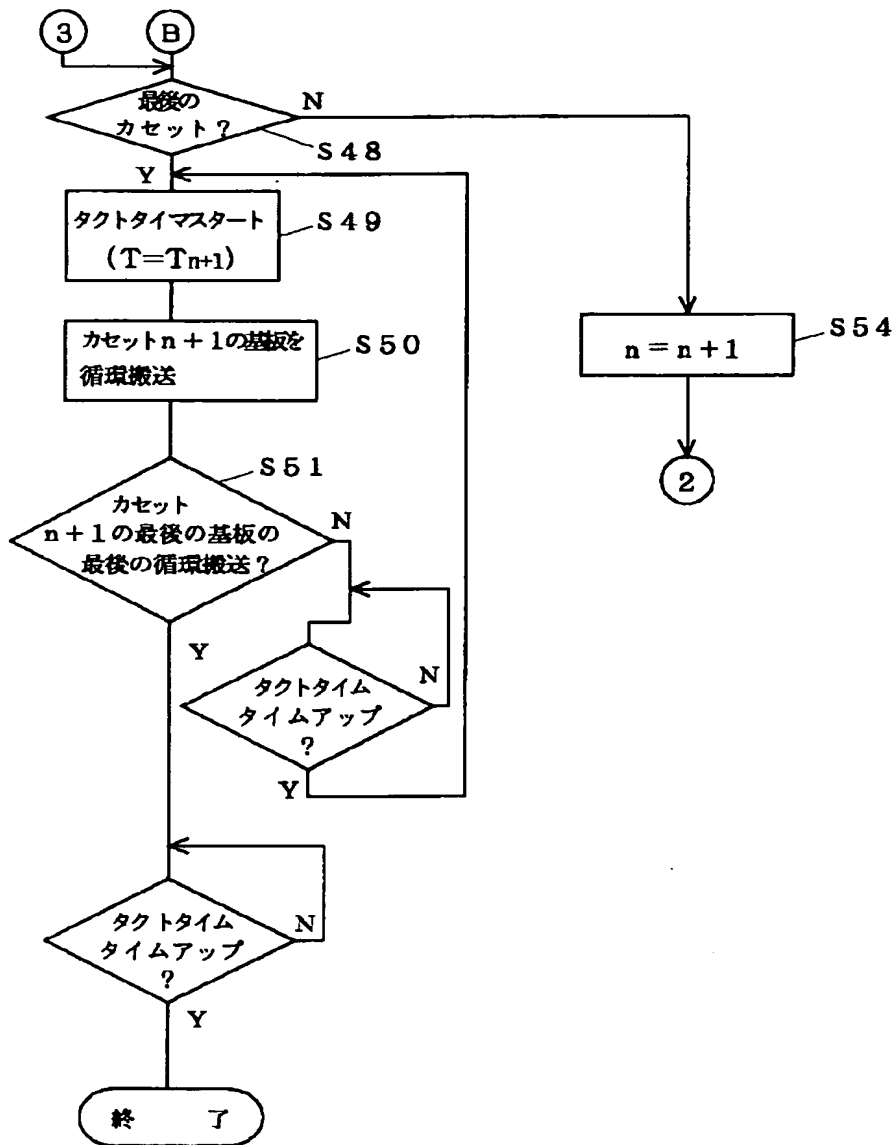
【図17】



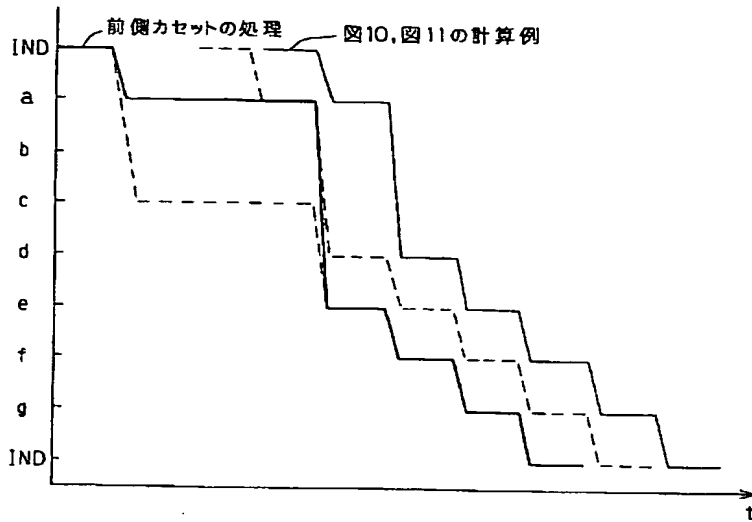
【図13】



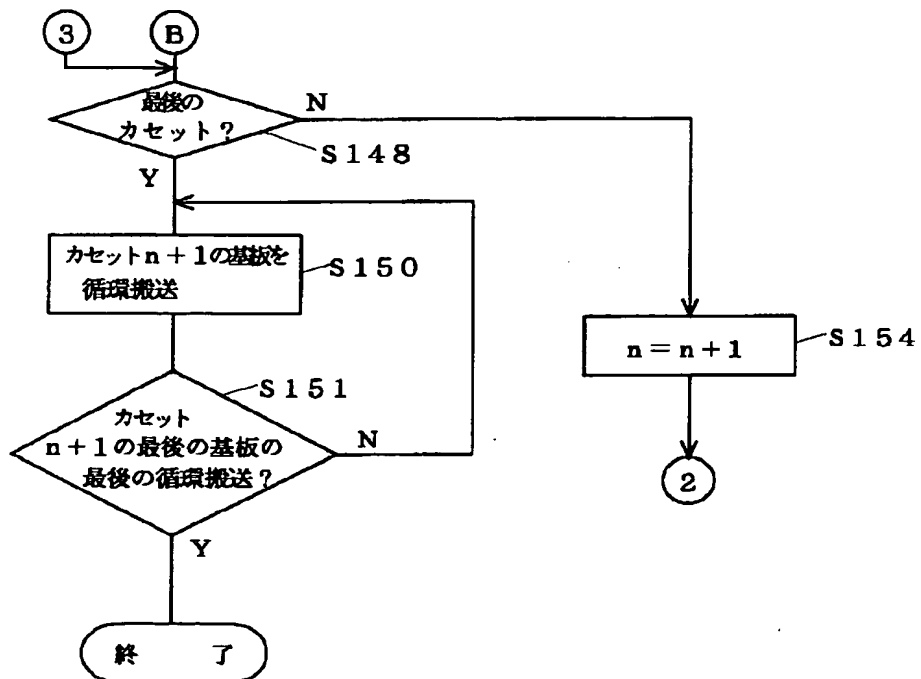
【図14】



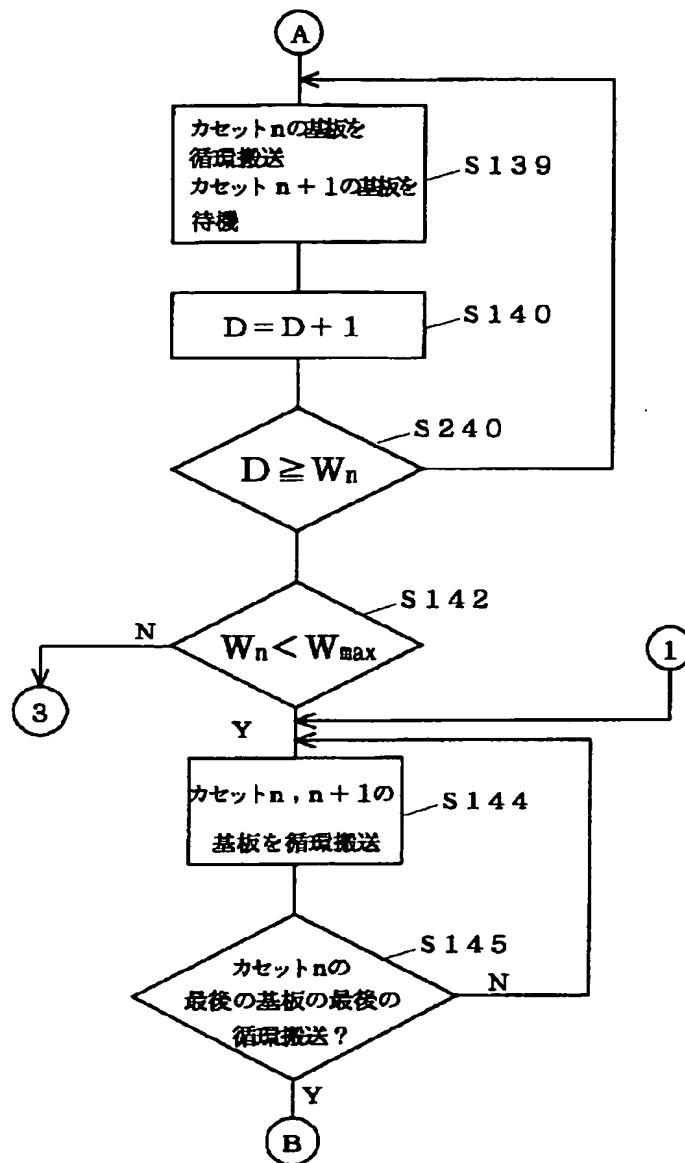
【図16】



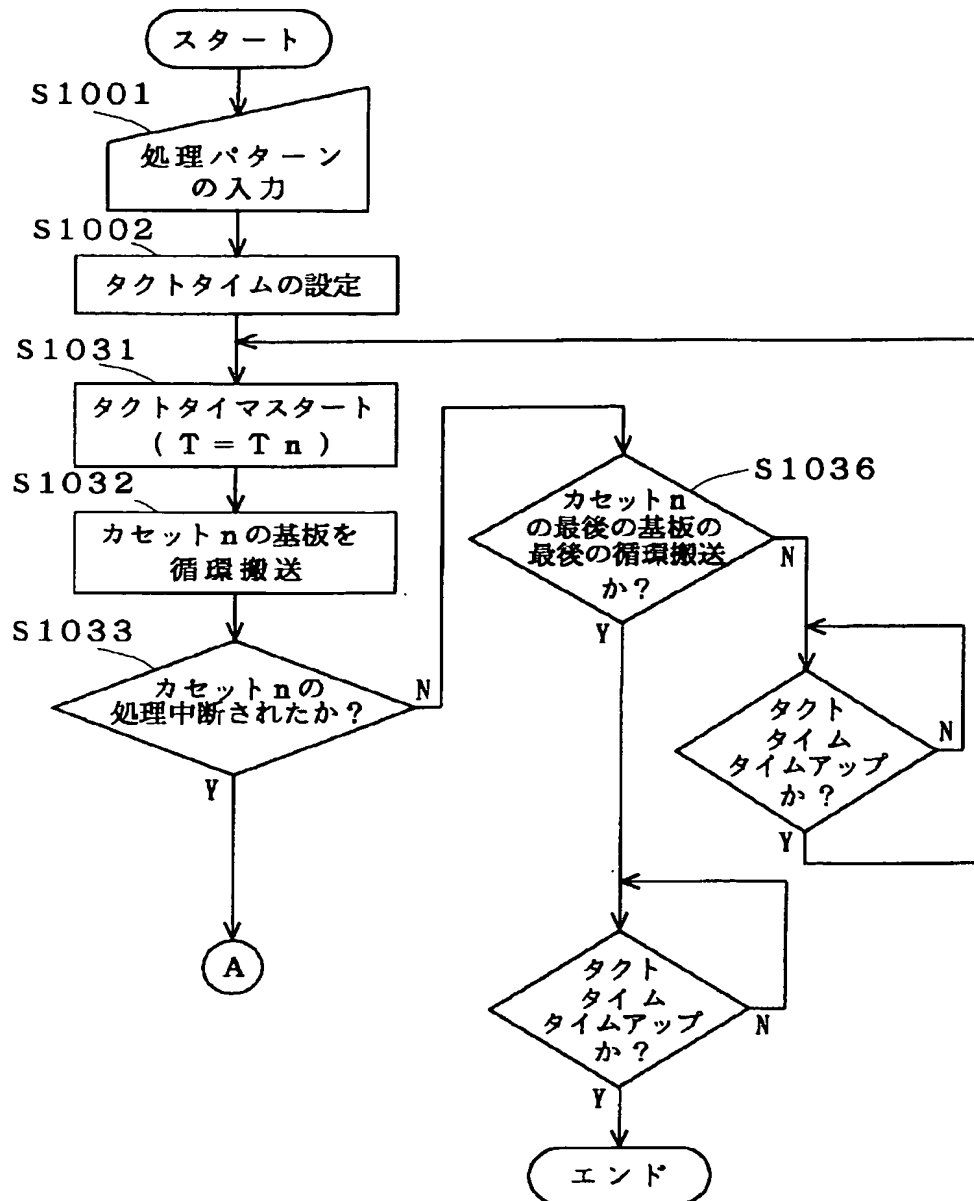
【図19】



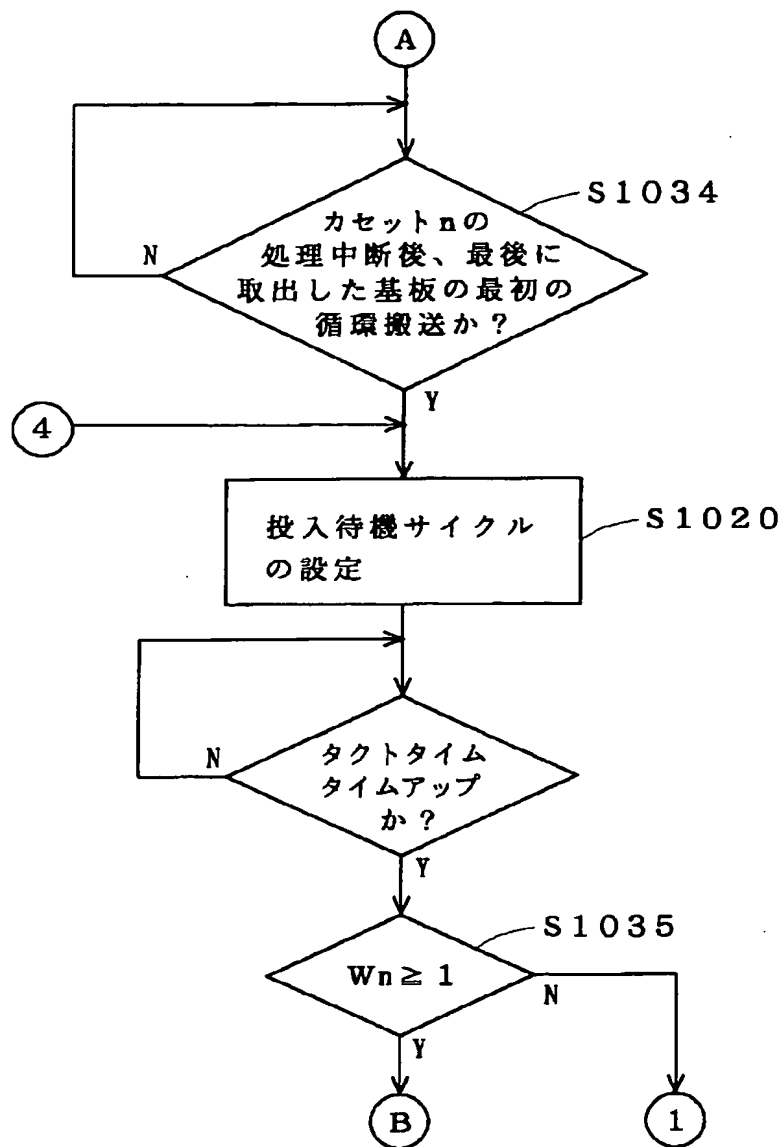
【図18】



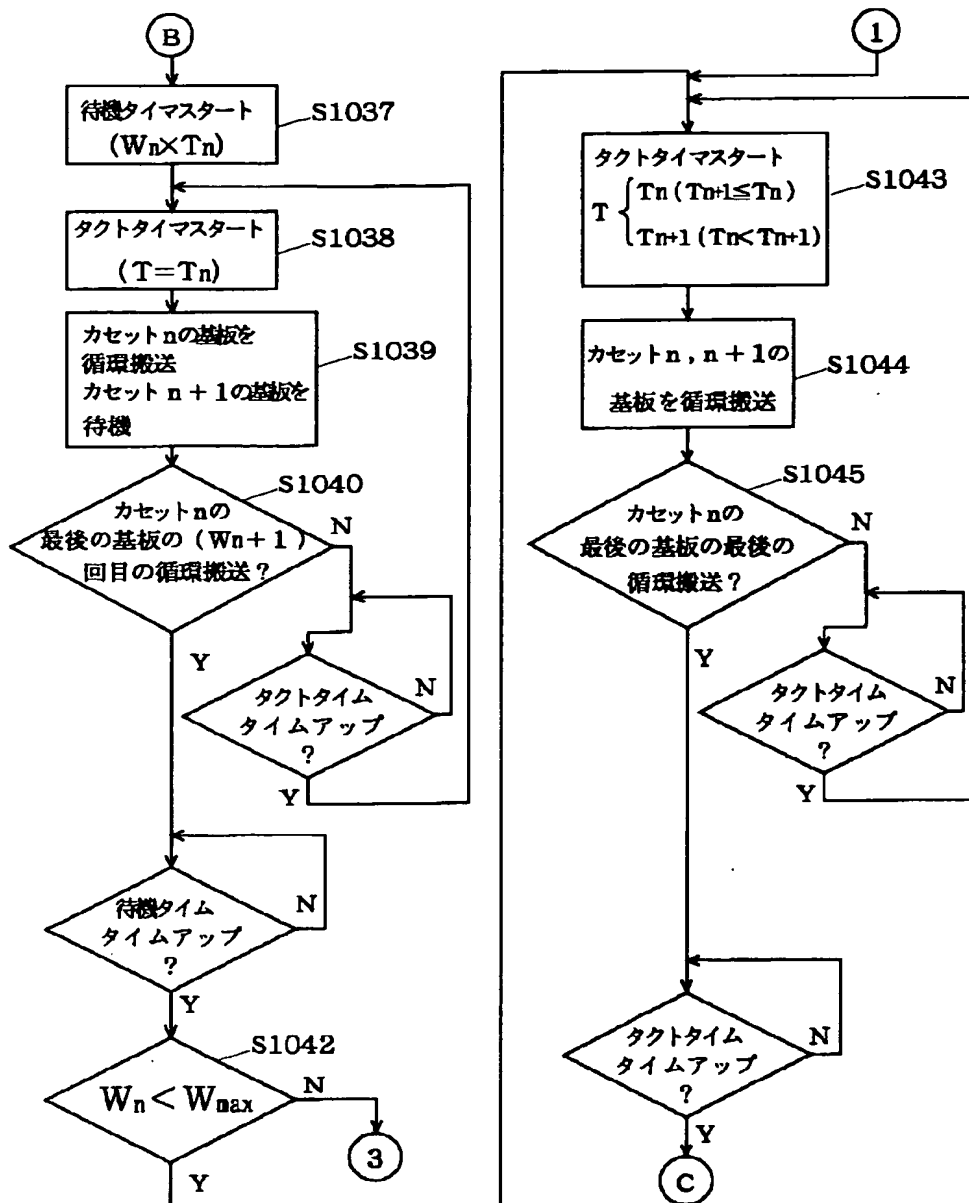
【図20】



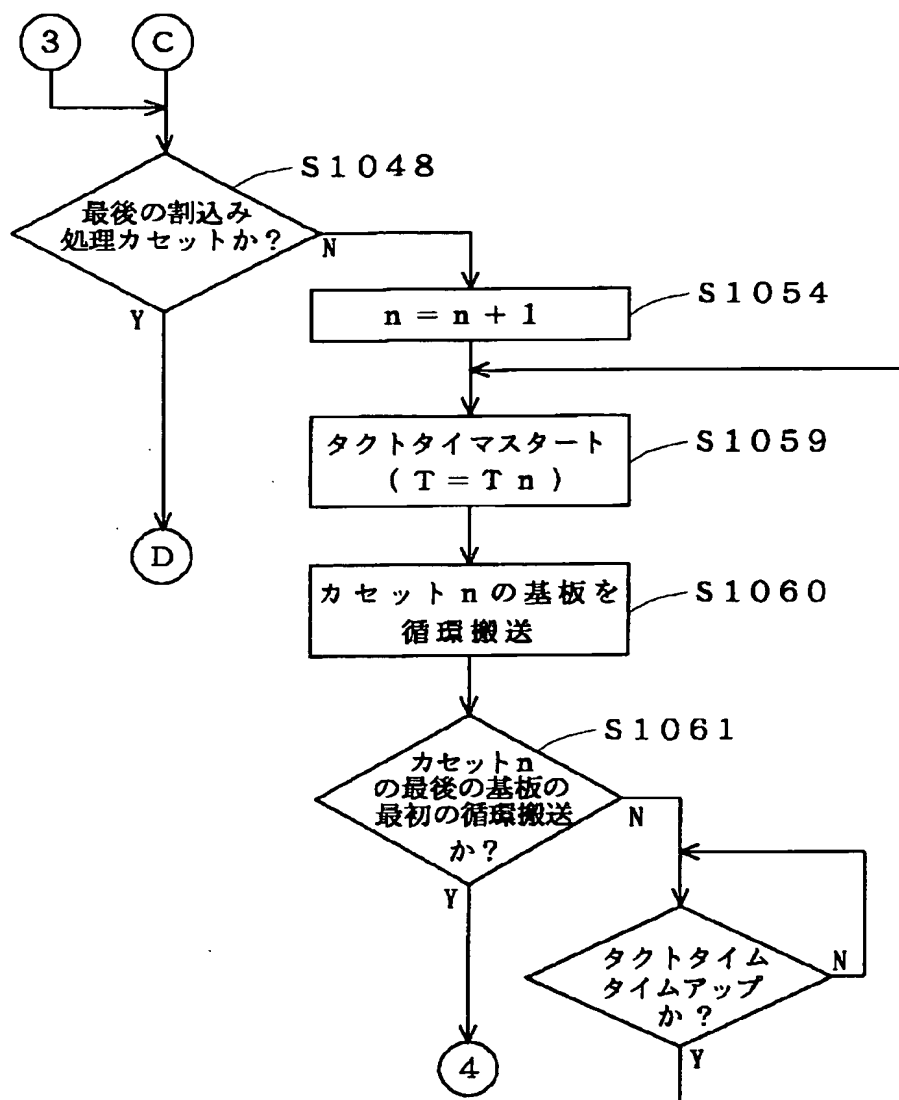
【図 21】



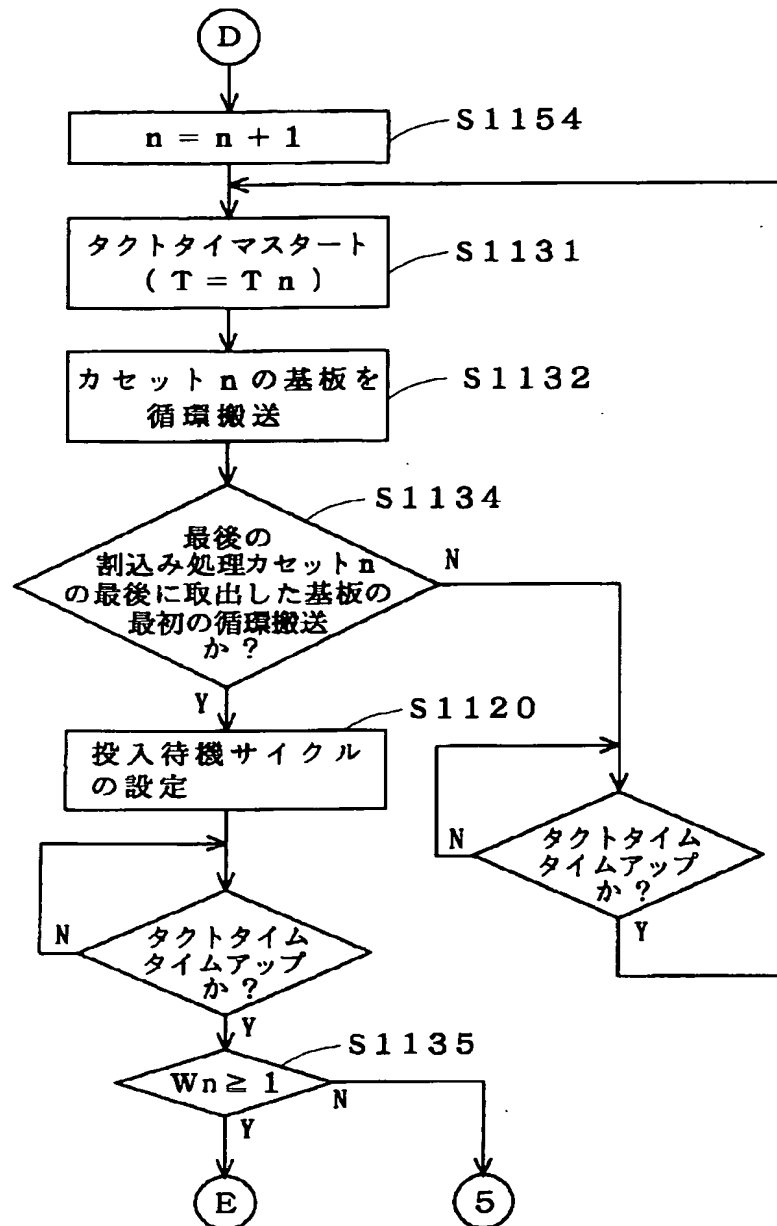
【図22】



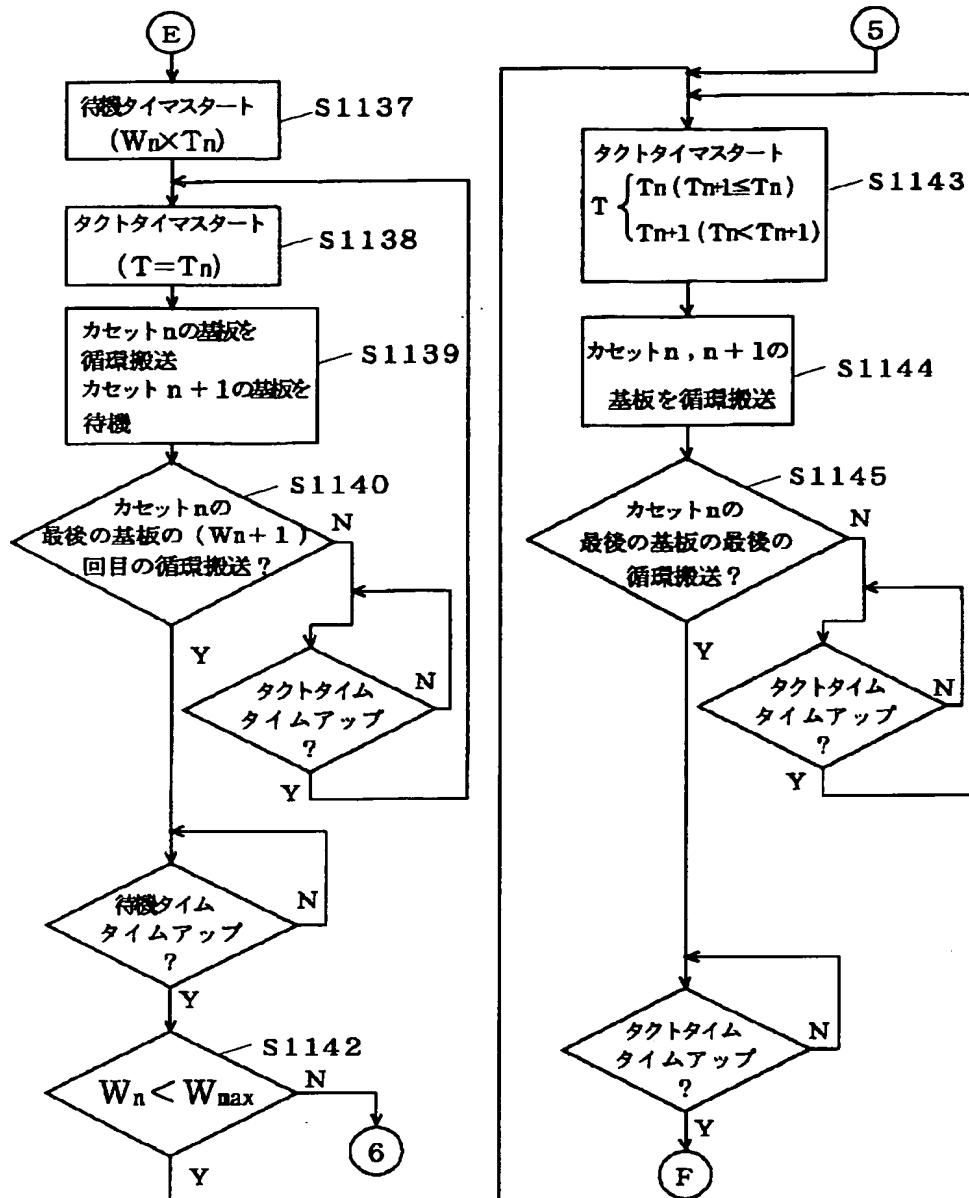
【図23】



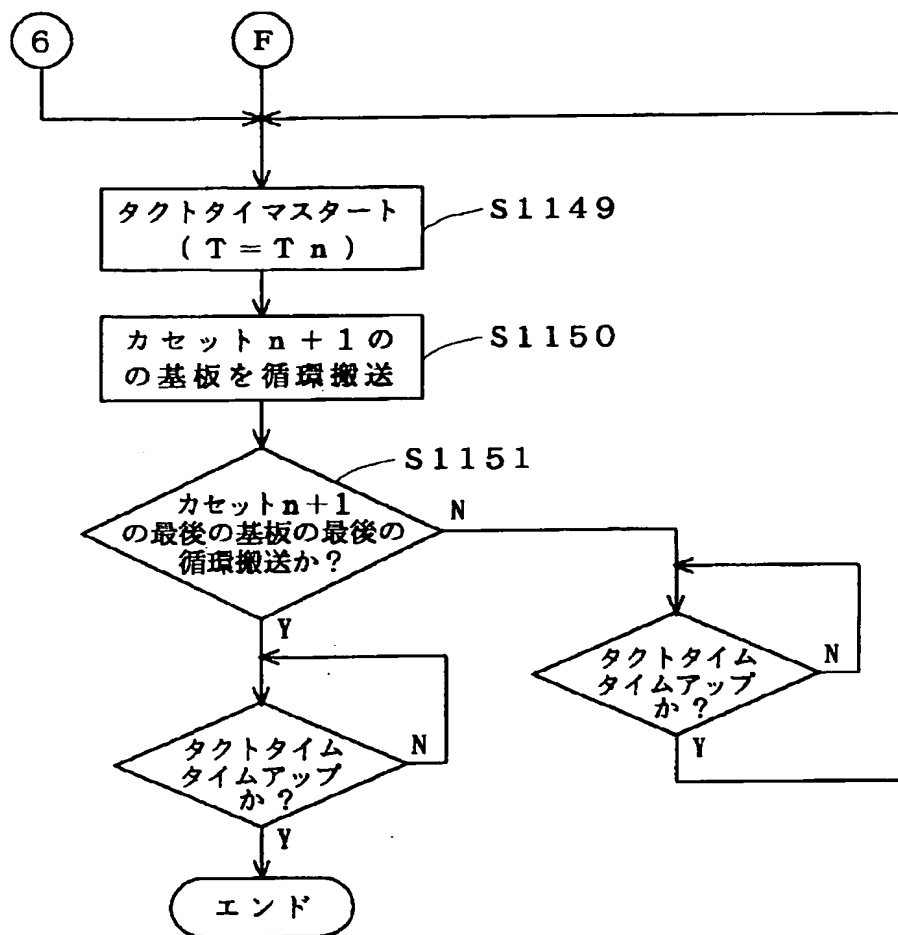
【図24】



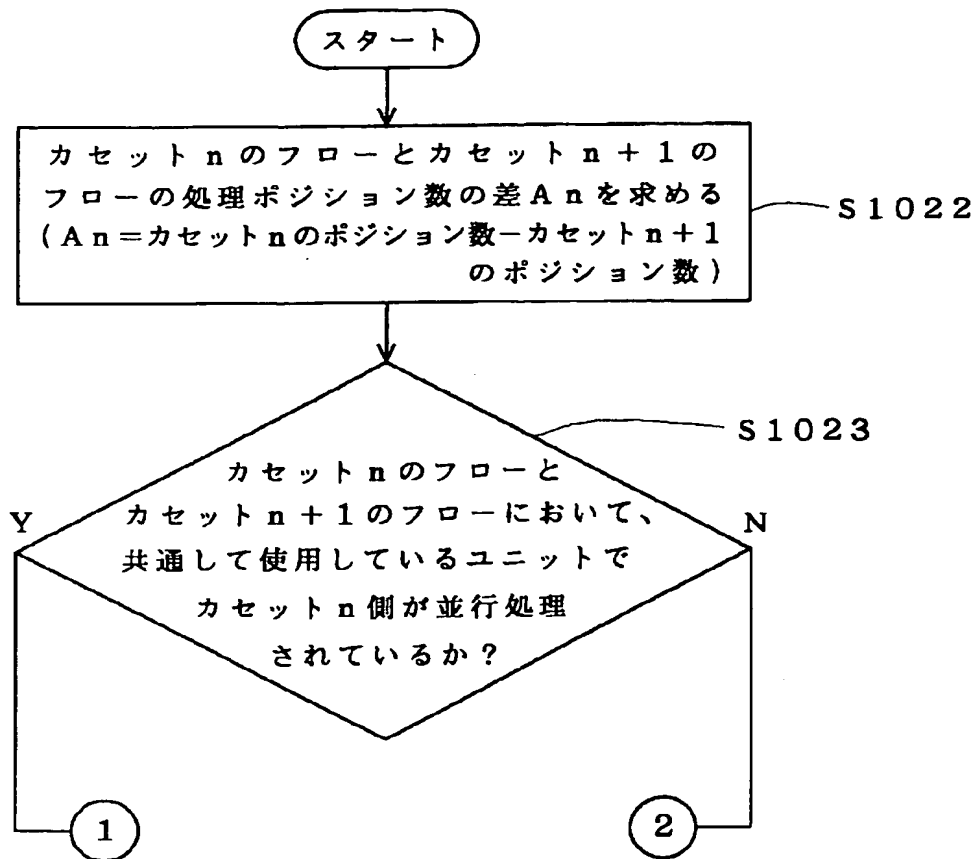
〔図25〕



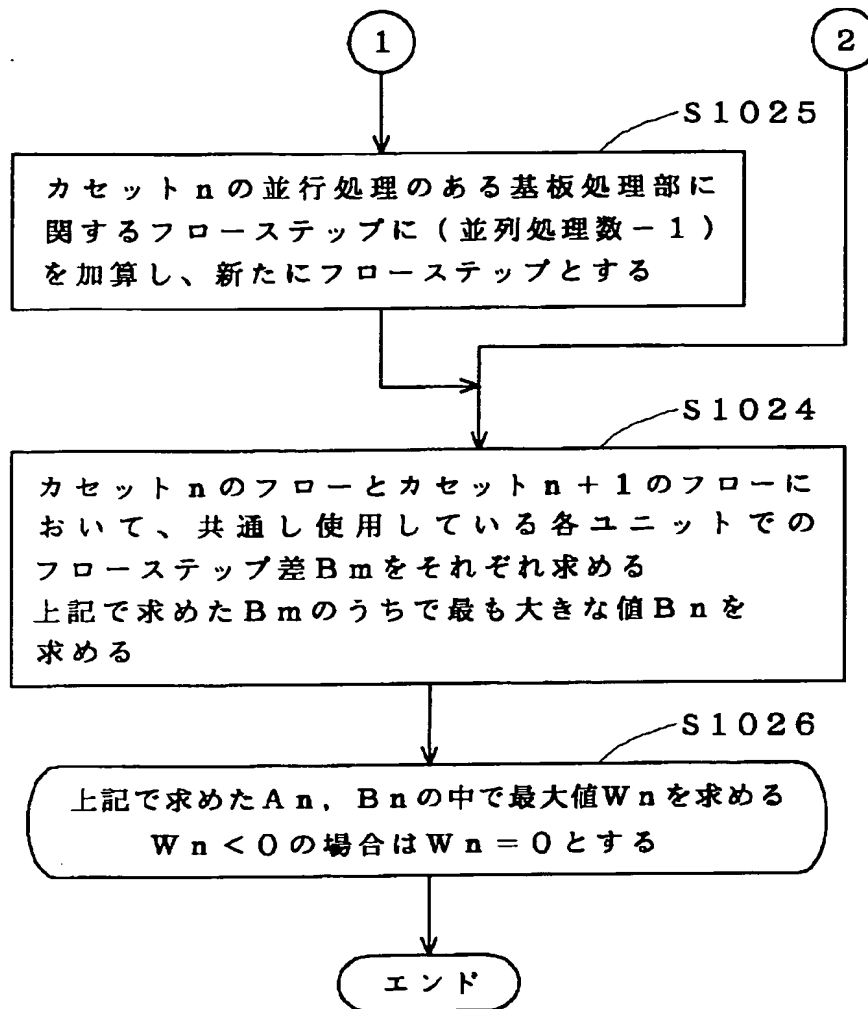
【図26】



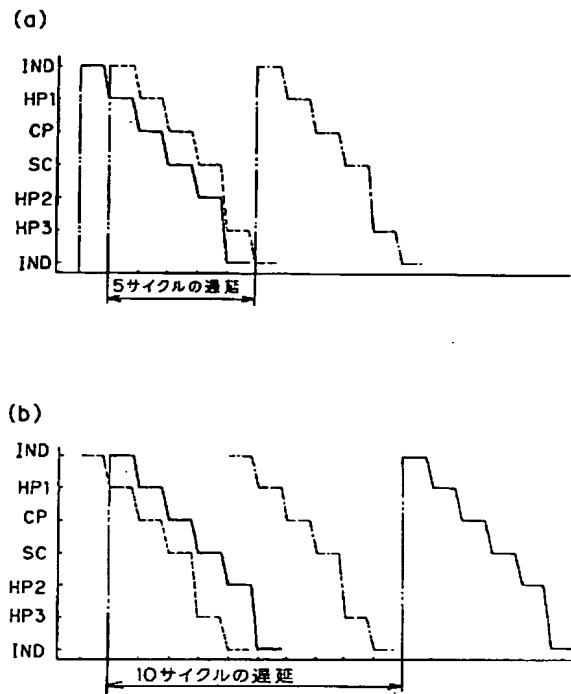
【図27】



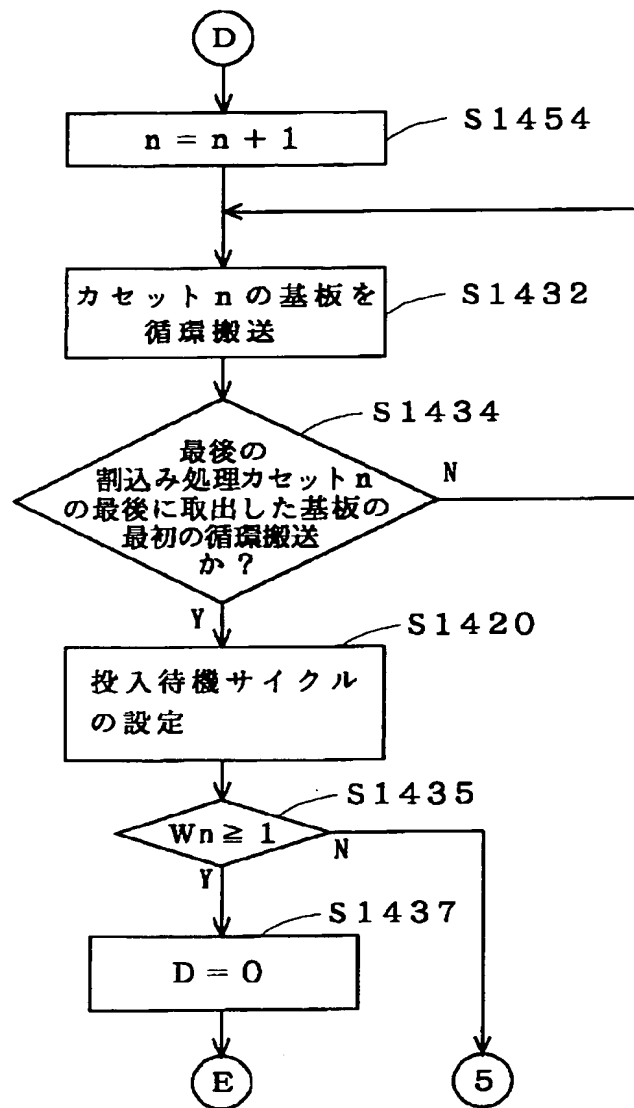
【図28】



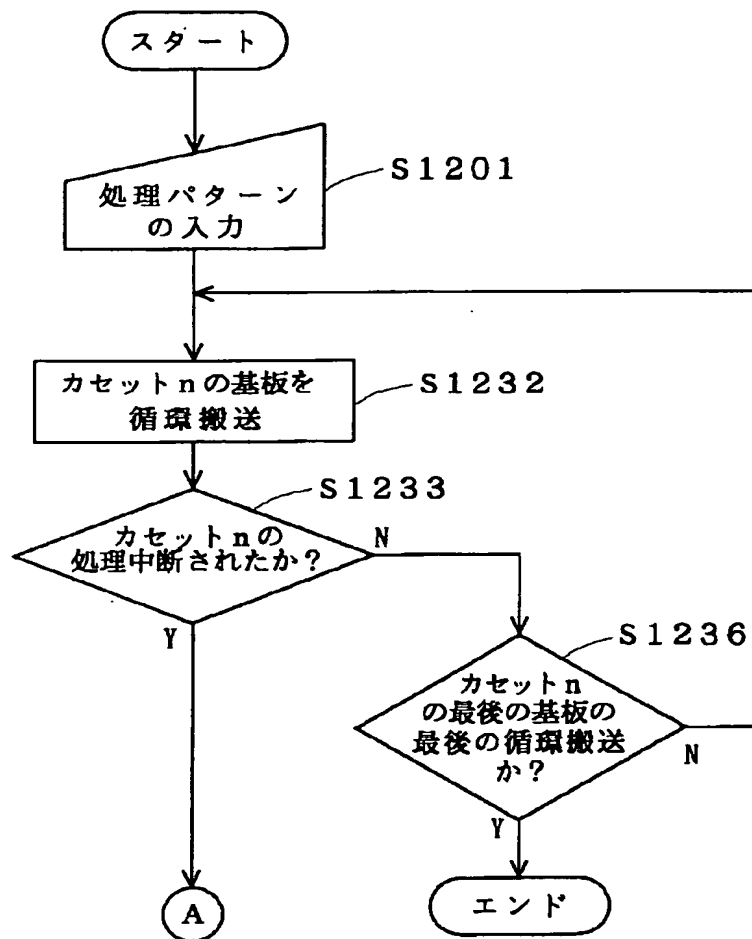
【図29】



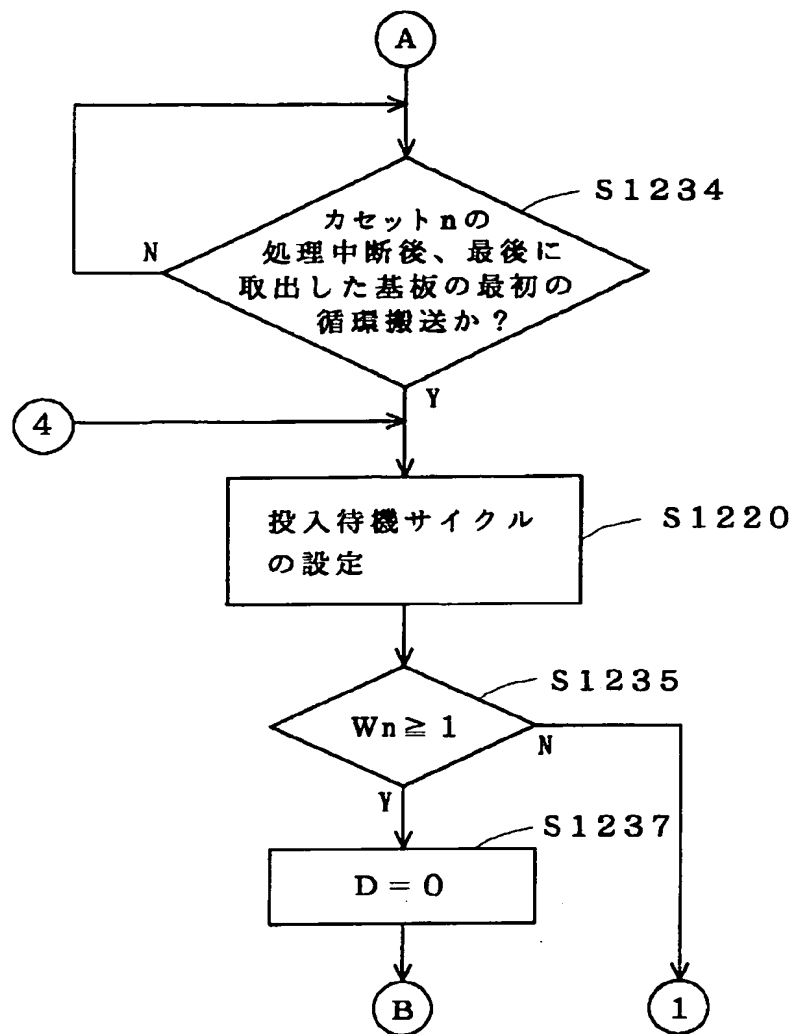
【図34】



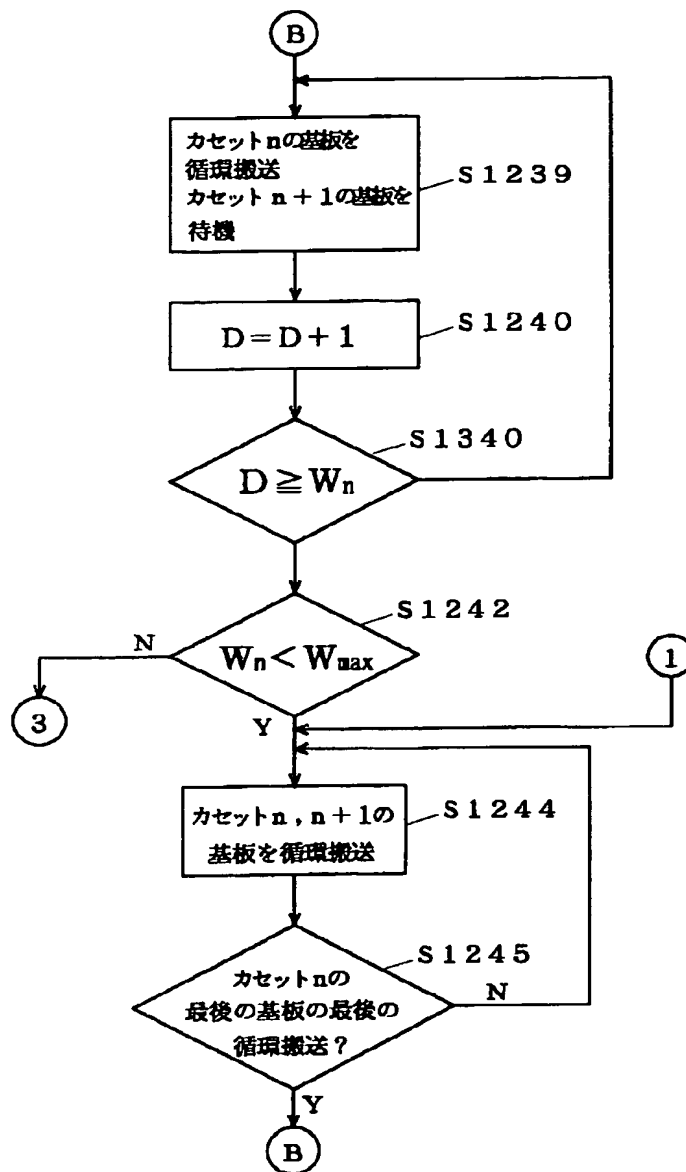
【図30】



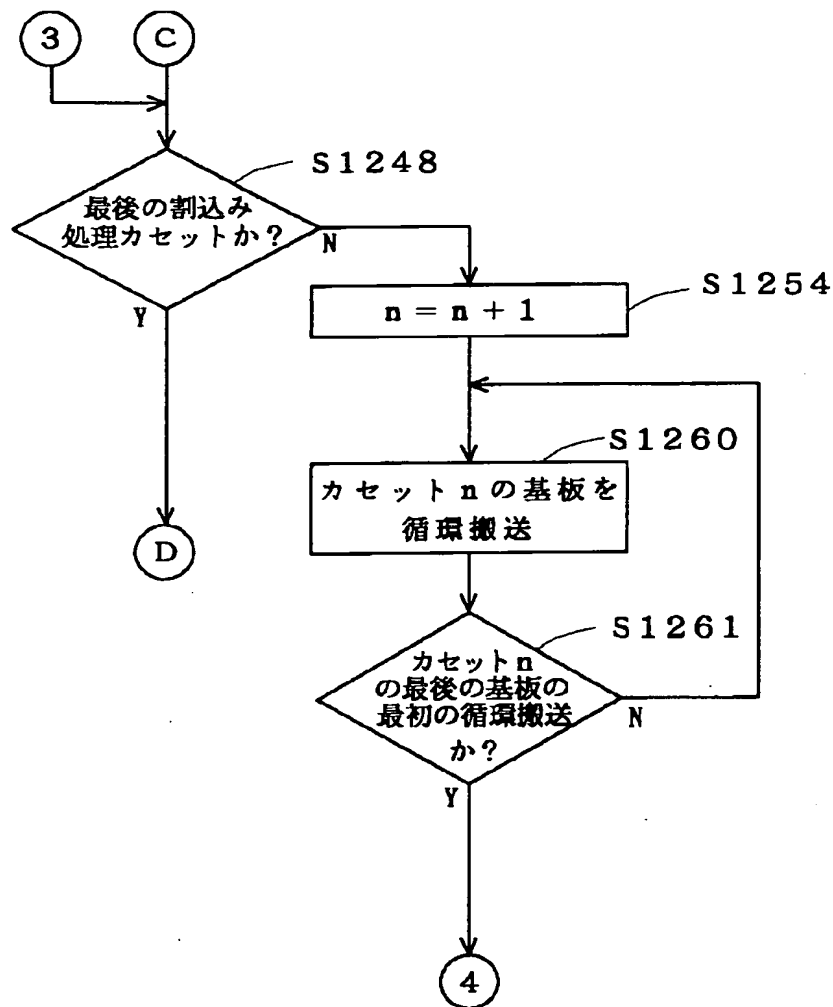
【図31】



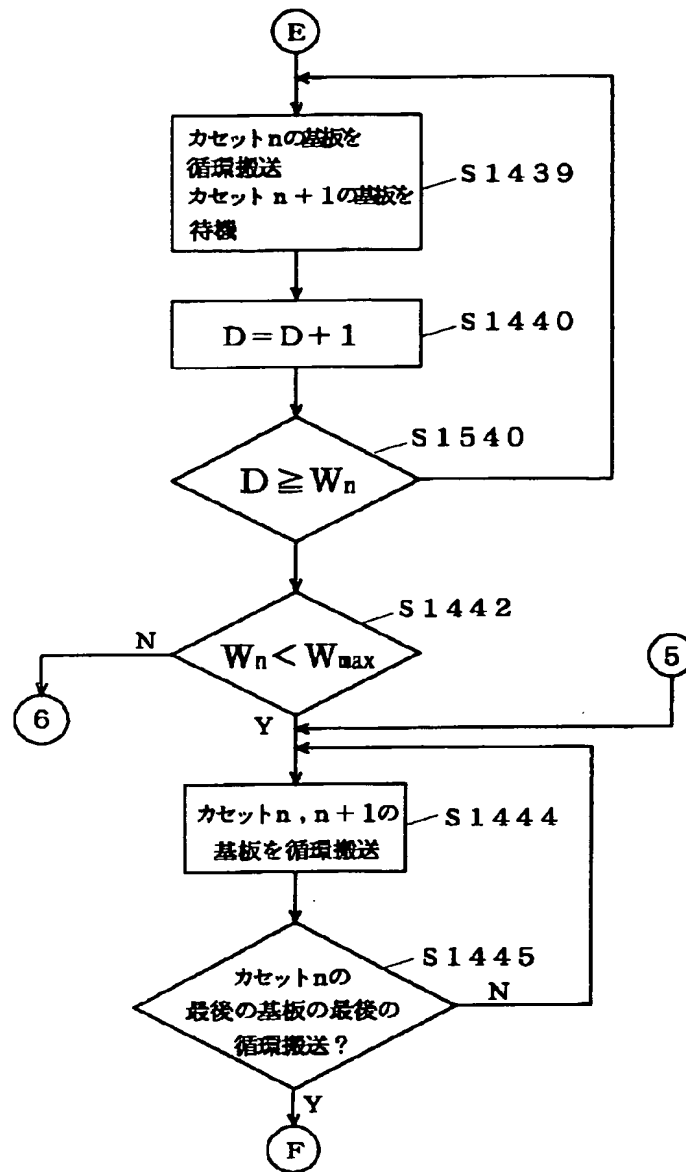
【図32】



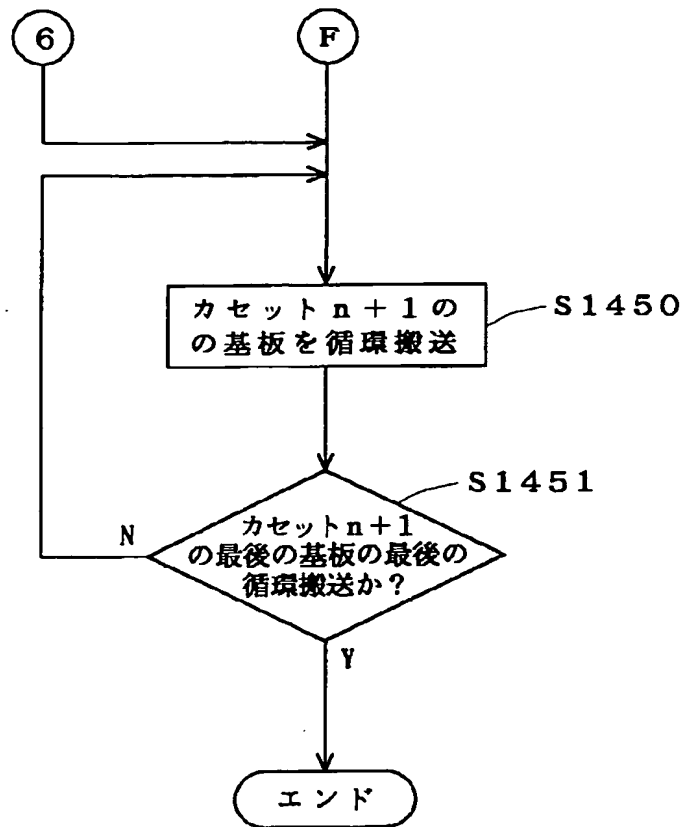
【図33】



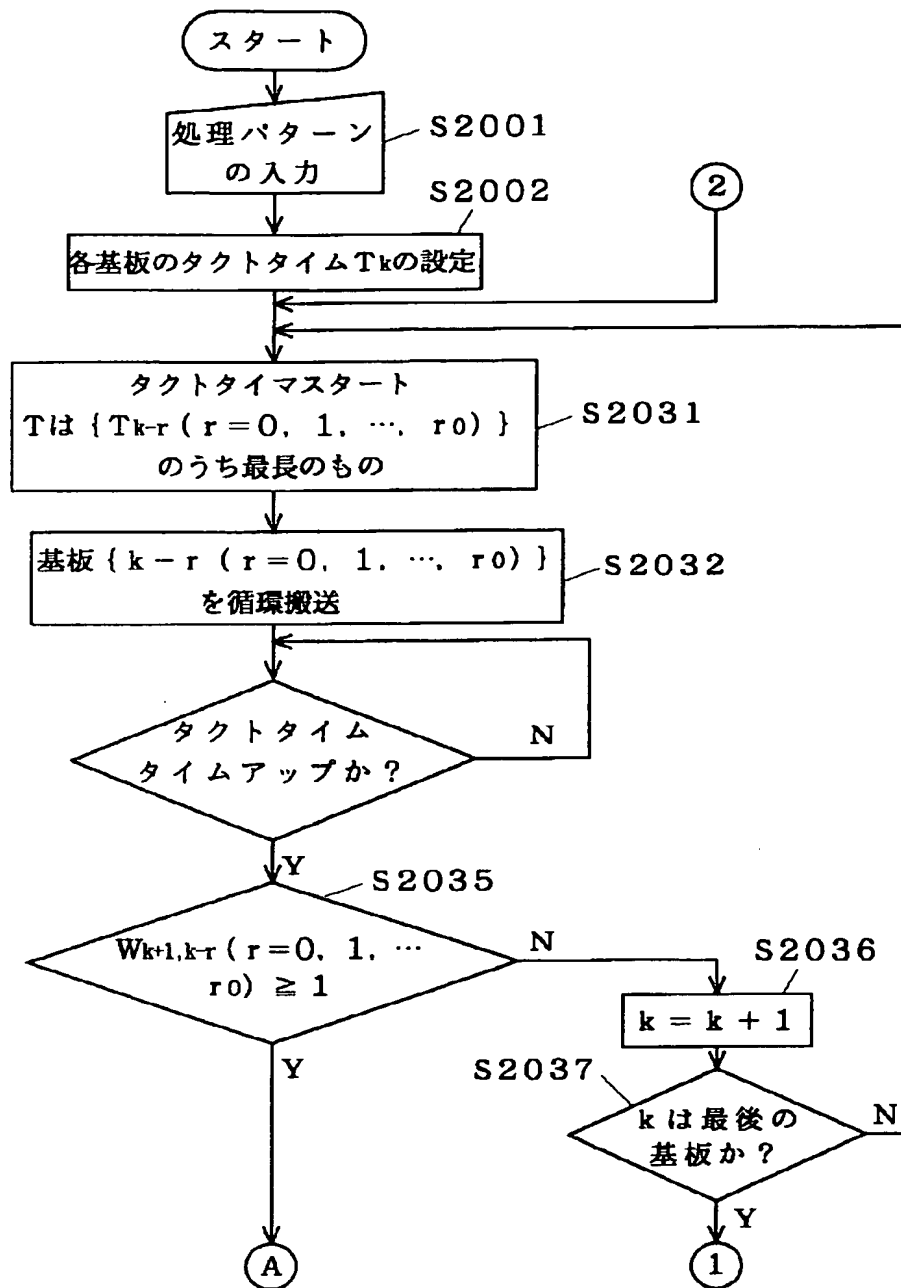
【図35】



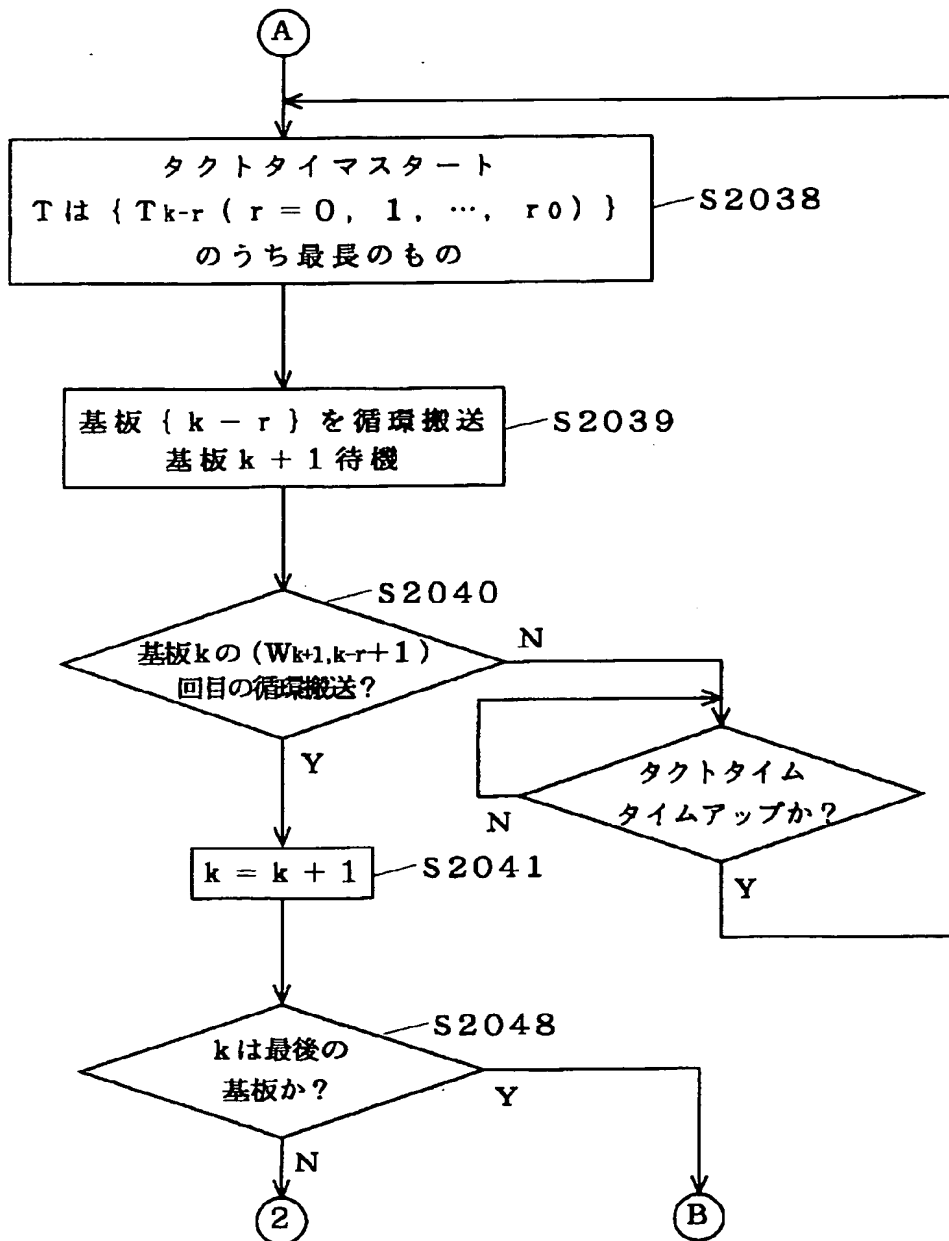
【図36】



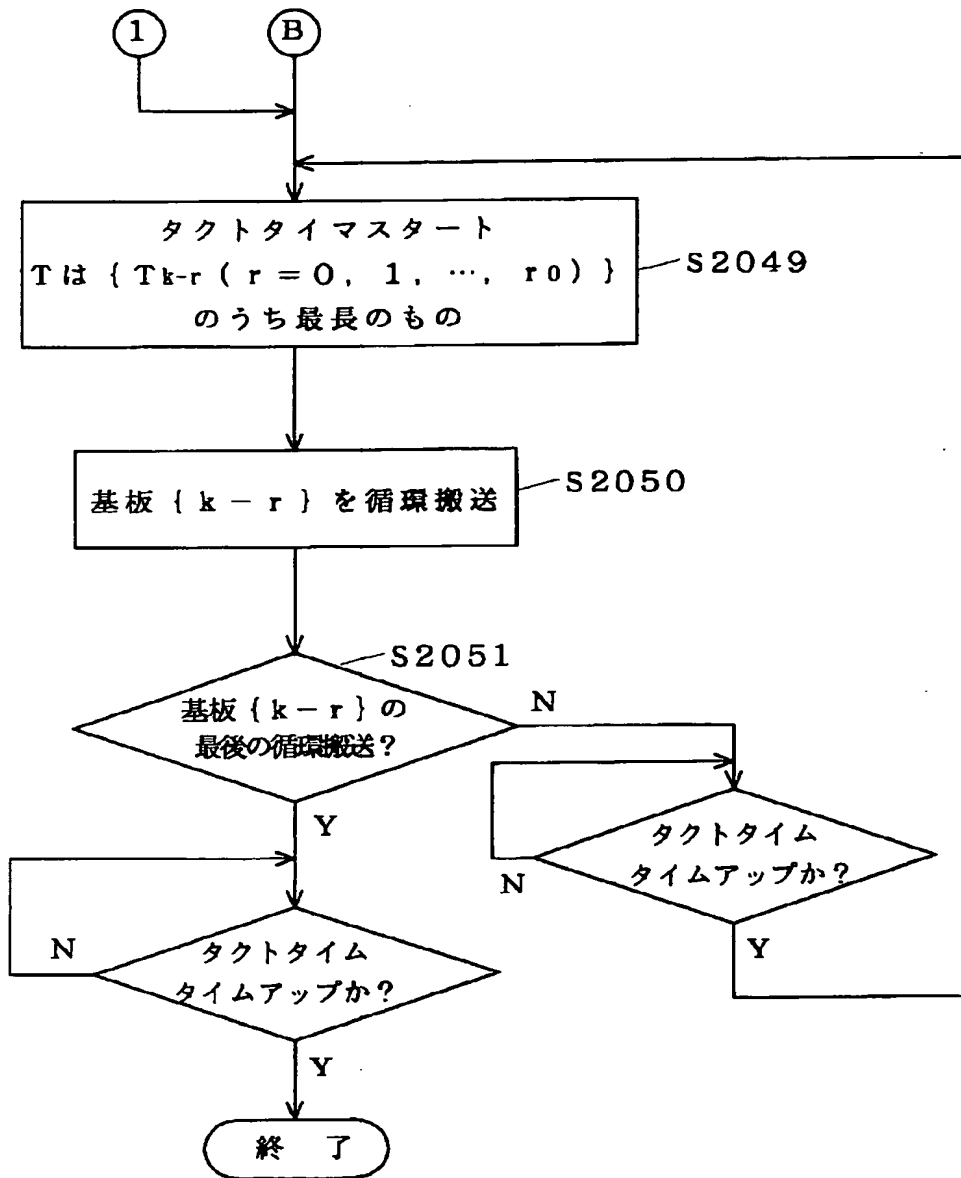
【図37】



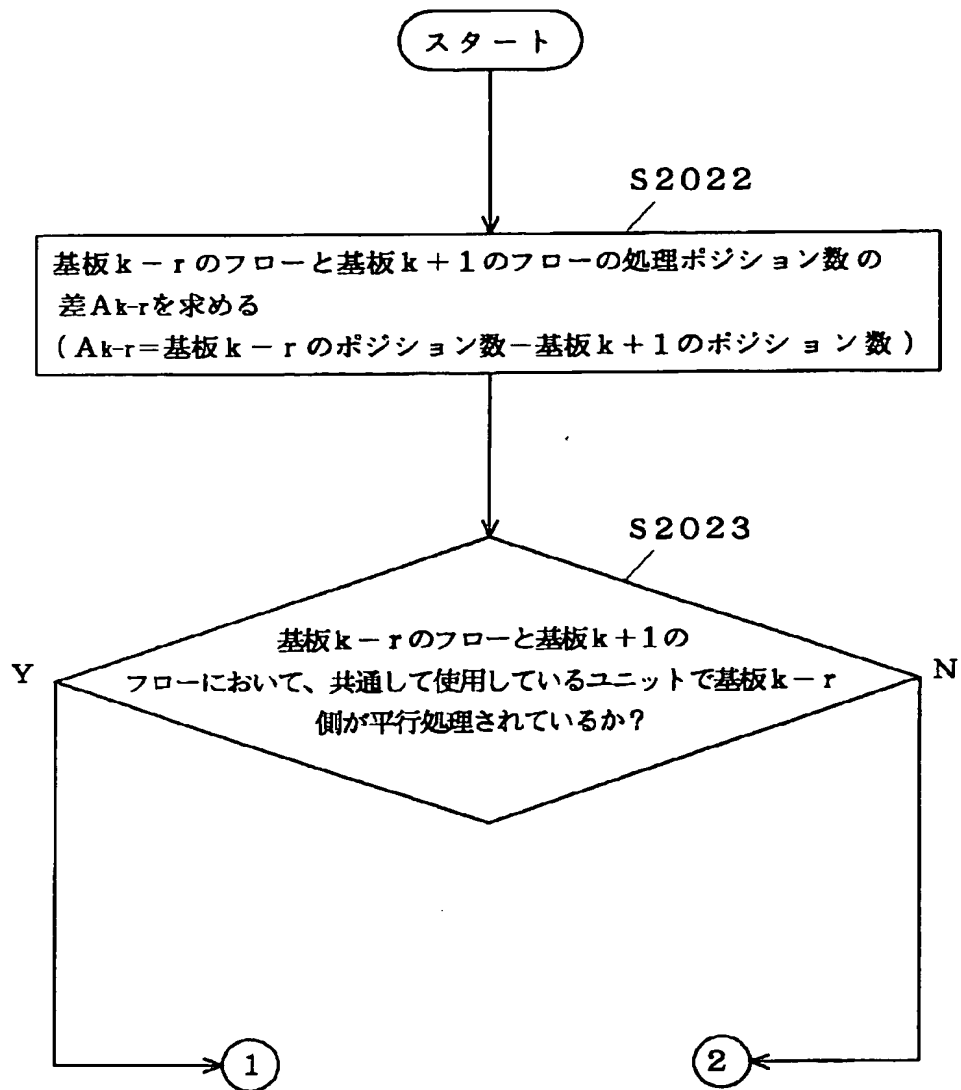
【図38】



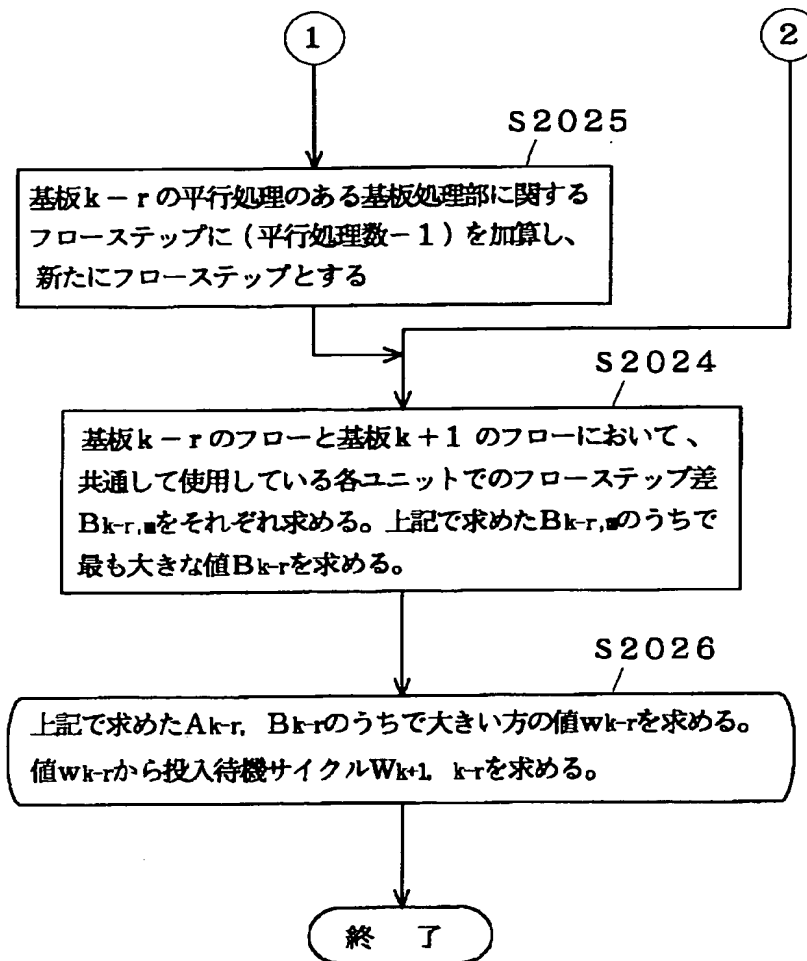
【図39】



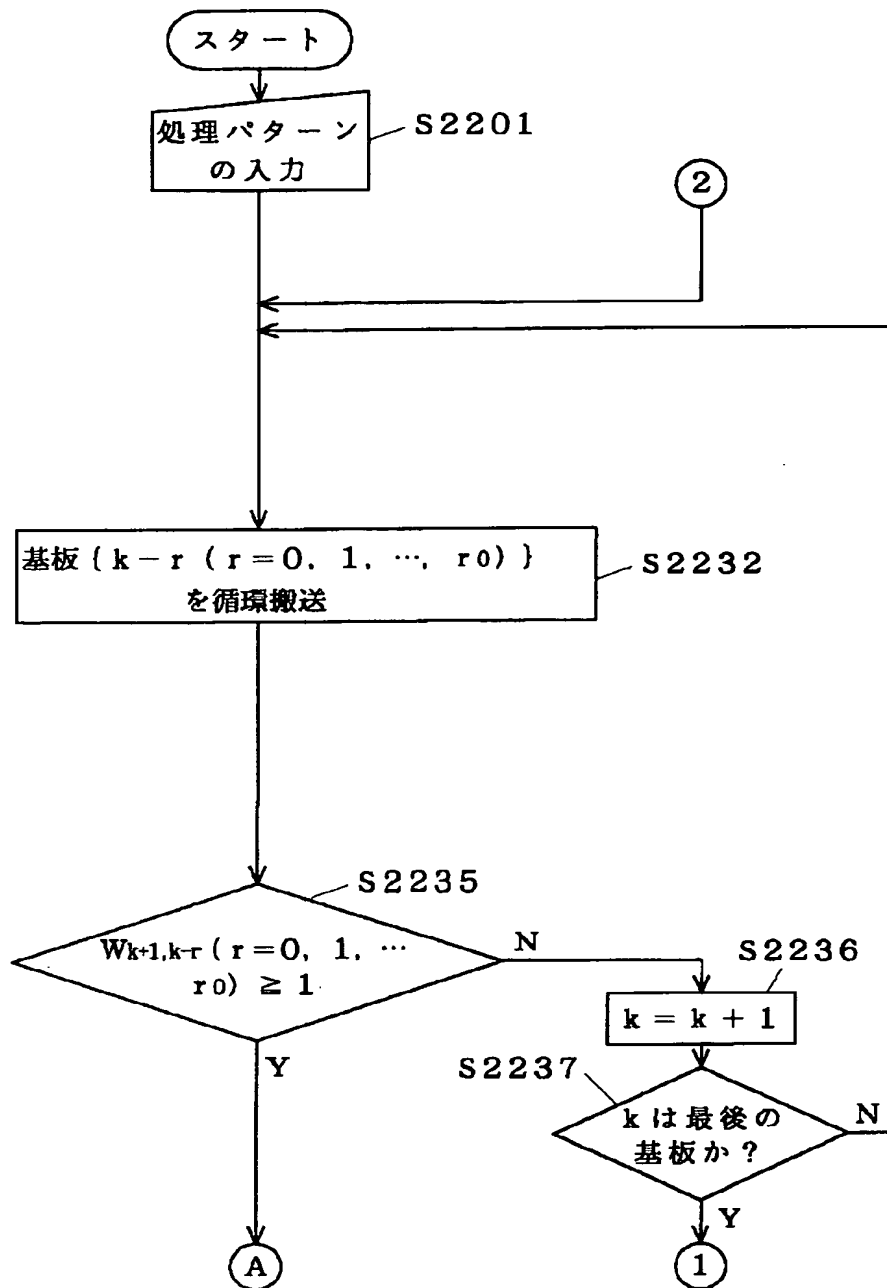
【図40】



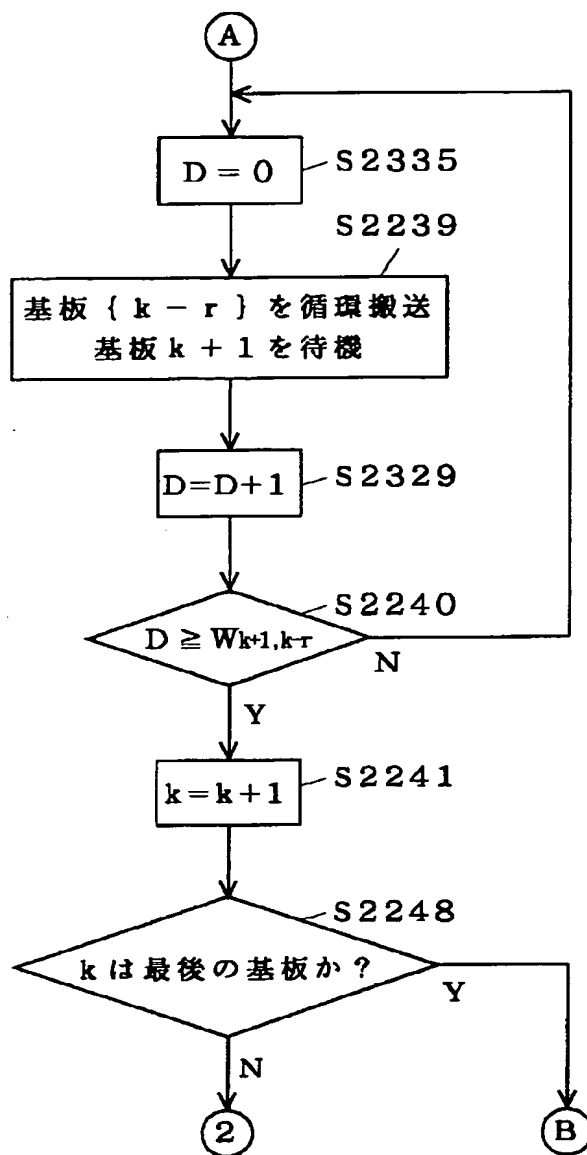
【図41】



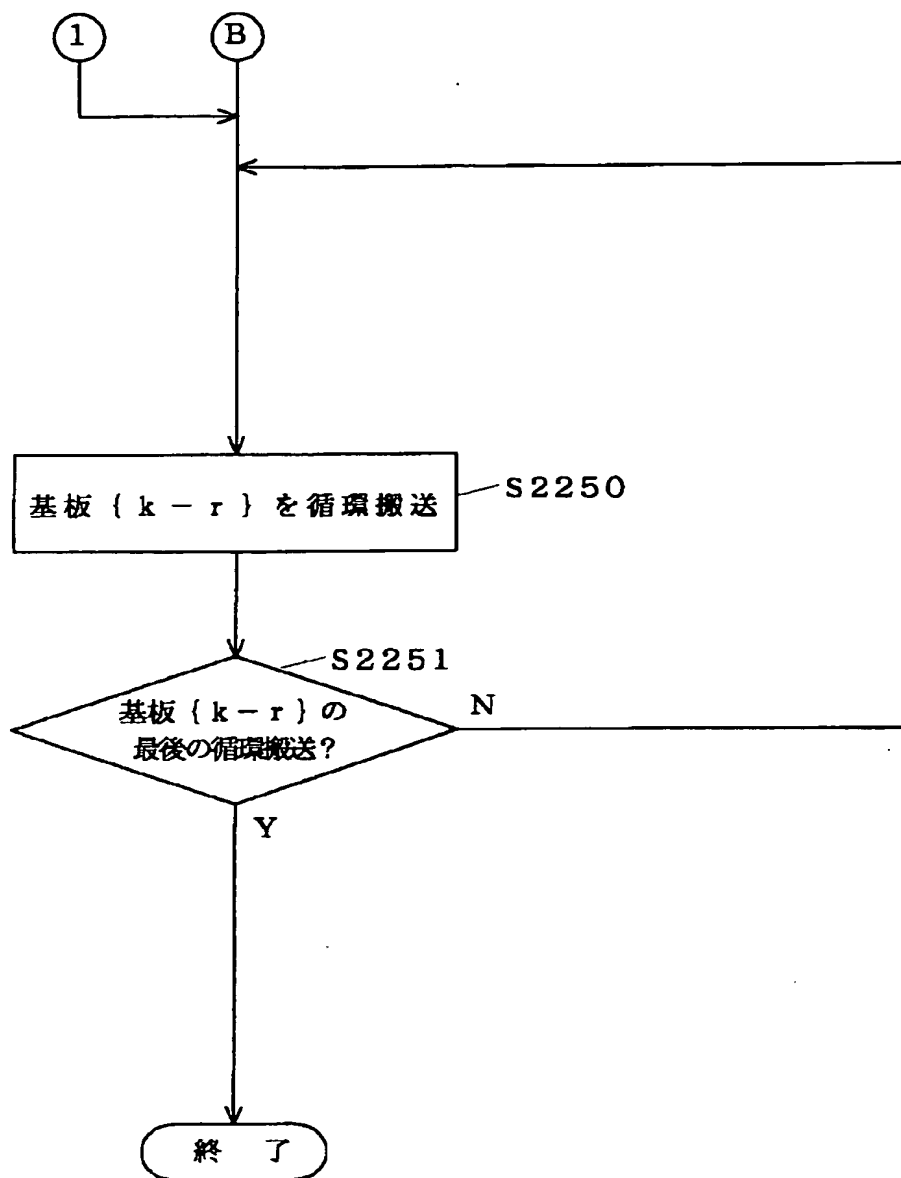
【図42】



【図43】



【図44】



フロントページの続き

(72)発明者 梶木 憲二
京都市伏見区羽東師古川町322番地 大日
本スクリーン製造株式会社洛西工場内

(72)発明者 亀井 謙治
京都市伏見区羽東師古川町322番地 大日
本スクリーン製造株式会社洛西工場内